

Nr.4 Jaargang 29
december 2021

Bruggen



SYMPOSIUM
FIETS+VOETGANGERSBRUGGEN

Inhoud



4 SYMPOSIUM FIETS+VOETBRUGGEN 2021



18 GESCHIEDENIS VAN DE OVERBRUGGING VAN DE LEK TUSSEN VREESWIJK EN VIANEN



26 WONEN OP AMERSFOORTSE 'BRUGGEN'



28 BY CIRCULAIR GEBOUWDE BRUG IN WOENDERSKAMP



30 RENOVATIE NIJKERKERBRUG



36 MICHAUXBRUG ALMERE: INGETOGEN EYECATCHER

COLOFON

De Bruggenstichting is een onafhankelijk kenniscentrum dat zich richt op het vastleggen en uitdragen van kennis over bruggen

Opgericht 10 april 1992

REDACTIE

Jan Arends, Michel Bakker, Elisabeth van Blankenstein, Fred van Geest, Thijmen Jaspers Focks, Frans Remery, Heico de Lange en Wils van Soldt.

BESTUUR

Jan de Boer, Bert Hesselink, Dick Schaafsma, Peter Vijn, Beate Vlaanderen, Jan Willem Warner en Fred Westenberg (voorzitter).

RAAD VAN ADVIES

Arup Nederland, DIVV Amsterdam, FiberCore, IV-Infra, Janson Bridging, Mobilis TBI Infra, Movares, ProRail, Rijkswaterstaat, Ingenieursbureau Westenberg.

BRUGGEN

Het tijdschrift BRUGGEN verschijnt vier maal per jaar.
Abonnement € 39,50 per jaar. Gratis voor begunstigers van de Nederlandse Bruggenstichting.
Losse nummers: € 12,50, te bestellen via NL82 INGB 0000 0589 75

KOPIJ

De kopij dient voorzien te zijn van naam, adres en telefoonnummer van de inzender. Inzendingen kunnen zonder opgaaf van redenen worden geweigerd.

ADVERTENTIES

C&C Design, Ciska Klooster
ciska@ccdesign.nl

REDACTIEADRES

Nederlandse Bruggenstichting, Lange Kleiweg 34,
2288 GK Rijswijk
Tel: 088 7970727
e-mail: redactie@bruggenstichting.nl
<https://twitter.com/bruggenst>

HOOFDREDACTEUR

Fred van Geest, Annaplaats 1, 2713 AK Zoetermeer,
Tel: 0623 229 836. E-mail: redactie@bruggenstichting.nl

WEBSITE

<http://www.bruggenstichting.nl>

GRAFISCHE VORMGEVING

Ronald Boiten en Irene Mesu, Amersfoort

OMSLAGFOTO VOORZIJDE

Michauxbrug
© ipv Delft

OMSLAGFOTO ACHTERZIJDE

Afgevoerde 'brug bij Vianen'

OPLAGE

600
ISSN 1571-4586

VAN DE REDACTIE

FRED VAN GEEST

Voor ons volkomen onverwacht bereikte ons het bericht van het overlijden van onze redacteur Frans Remery. In een los ingevoegd In Memoriam, alsmede in een artikel in het maartnummer, wordt hier meer aandacht aan besteed.

In dit nummer doen we verslag van een geslaagd symposium Fiets+Voetgangersbruggen, het is echt belangrijk om dit jaarlijks terugkerend evenement te blijven koesteren. Het voldoet aan een behoefte.

De rivier de Maas staat weer in de belangstelling. Nu niet zo zeer vanwege het ternauwernood ontsnappen aan een watersnood, maar vanwege het zojuist verschenen Maasboek met beschrijvingen van vermeldenswaardige bruggen in Frankrijk, België en Nederland. Navrant is te vermelden dat Frans Remery juist hier de eindredactie over voerde, evenals het artikel over de geschiedenis van de overbrugging van de Lek tussen Vreeswijk en Vianen.

Een ander actueel thema is de sloop van de brug bij Vianen. Het transport kwam na enige vertraging op gang, maar nu kunnen de sloophamer en het snijapparaat hun werk doen, tot verdriet van sommige omwonenden en tot vreugde voor diegene die voor het toch nog noodzakelijke moet betalen.

Dit is de laatste editie van BRUGGEN met ondergetekende als hoofdredacteur. Na negen jaar zou ik graag het stokje overdragen. Iets voor u? U kunt zich aanmelden als gegadigde.

Heeft u al nagedacht over een correspondent in uw organisatie, die regelmatig ons blad van artikelen kan voorzien? De verzameling correspondenten kunnen dan zorgen voor een regelmatige en goede toestroom van artikelen over actuele bruggen. Laat het de redactie weten!

Veel leesplezier!



Correctie fotoverantwoording

In ons septembernummer zijn op blz. 18 fouten geslopen in de verantwoording van de afbeeldingen.

De verantwoording had moeten zijn:

afb. 1, 6 en 7: fa Dusseldorp • afb.2: AtPL • afb.3: Wils van Soldt • afb.4 en 5: Arch. Sander Boer (MAUC) i.o.v. Mothership
De eindredacteur biedt hiervoor zijn verontschuldiging aan de benadeelden aan.

VAN BRON TOT ZEE – BRUGGEN OVER DE MAAS

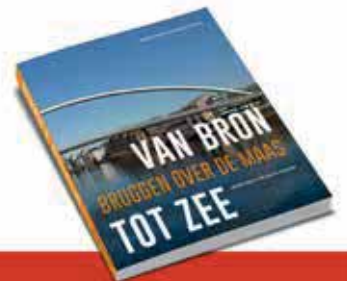
NIEUWE UITGAVE VAN DE NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

Omdat de bruggen die in Frankrijk en België over de Maas liggen in ons land minder bekend zijn, ontstond het plan een boek te wijden aan de bruggen over de gehele lengte van de rivier, van de bron in Frankrijk via België, tot de monding in Nederland, over een afstand van ca. 930 km.

Uit de ongeveer 260 Maasbruggen waarvan de meeste in Frankrijk liggen, zijn er per land vijftien exemplaren gekozen. Dat bood de gelegenheid serieuze aandacht aan elke brug te besteden, zowel wat betreft de techniek, de geschiedenis als de omgeving.

Gekozen is voor een doorlopend verhaal en bij elke brug wordt naast plaats en titel de kilometer-afstand vanaf de bron gegeven.

De uitgave is te bestellen op onze website!



BEGUNSTIGER

Belangstellenden voor het werk van de Bruggenstichting kunnen begunstiger worden, als particulier of als bedrijf/organisatie. U ontvangt dan viermaal per jaar het tijdschrift *BRUGGEN*. Begunstigers en donateurs kunnen advies krijgen van de Bruggenstichting en ontvangen korting op onze activiteiten en boekuitgaven.

De Bruggenstichting is door de Belastingdienst erkend als ANBI, wat staat voor Algemeen Nut Beogende Instelling. De minimumbijdrage voor particulieren is € 39,50 (incl. BTW) en voor bedrijven en instellingen vanaf € 135,- per jaar (excl. btw), zzp'ers € 70,- (excl. btw). Studenten betalen € 10,- (maximaal 2 jaar). U kunt zich aanmelden door het overmaken van de bijdrage op: IBAN NL82 INGB 0000 0589 75 t.n.v. de Nederlandse Bruggenstichting te Rijswijk.

Aanmelden is ook mogelijk via de website www.bruggenstichting.nl > begunstiger worden.



SYMPOSIUM FIETS+VOETBRUGGEN 2021

een samenvatting door Fred van Geest





Op 11 november was het dan weer zover: een life-bijeenkomst voor belangstellenden voor bruggen voor licht verkeer in de Utrechtse Jaarbeurs!

Door alle COVID-maatregelen toch nog een veilig samen zijn!

De dagvoorzitter, Joris Smits, geeft in zijn inleiding aan dat de klimaatcrisis een gegeven is waar we nog lang mee te maken zullen hebben, alsmede de vraag: hoe komen we af van de verslaving aan grondstoffen? De bouwindustrie is immers de meest grondstof intensieve sector, verantwoordelijk voor 1/3 van al het afval en voor meer dan 1/3 wereldwijde CO₂-emissies.

Neem nu cement, na water de meest verbruikte hulpbron op aarde, met een grote ecologische footprint, verantwoordelijk voor ongeveer 8% van de wereldwijde CO₂-uitstoot! Twee methoden om materiaalverslaving en daarmee CO₂-uitstoot te reduceren zijn:

- 1 reduceren van grondstoffen en materiaal; Maar bedenk wel, IFD-(Industrieel, Flexibel en Demontabel)-bouwen heeft pas effect op de lange termijn. De impact van nu reduceren is daarentegen direct merkbaar, en niet pas in 2080. En grondstoffen die je nu niet gebruikt, hoeven later ook niet hergebruikt te worden!
- 2 efficiënt toepassen van materiaal in de constructie: alleen daar waar het nodig is! Een voorbeeld is de boogvorm, een vorm die van nature zeer efficiënt is in materiaalgebruik

Hieronder kort drie voorbeelden van bruggen met een efficiënt materiaalgebruik.

- 1 Brug Albertkanaal, Meerdijk (B). Een studie van een generieke boogbrug, toepasbaar op 24 locaties langs het Albertkanaal. De brug is de derde in deze reeks. Aangezien de overspanningen variëren van ongeveer 90 tot 140 m, is gekozen voor een 'bowstring-bridge' - de meest economische oplossing voor dergelijke overspanningen. Een drastische reductie van materialen door combinatie van Form Finding software en moderne uitvoeringstechnologie, wat resulteert in ranke stalen bogen en ragfijne kruisen.



2 voetbrug Tintagel Castle (UK) - 2019
© Ney & Partners

- 2 Een ander voorbeeld van een minimalistisch ontwerp is de voetbrug in Tintagel Castle (UK), zoals beschreven in het septembernummer van BRUGGEN 2019 (zie fig. 2, blz 4-5). Kenmerkend is het gebruik van duurzame en onderhoudsvrije materialen staal, RVS en lokaal leisteen.
- 3 Voetbrug Léon Tchinniss, LUIK (B), een minimalistische, stalen voetgangersbrug met een lengte 29,5 m over het spoor, naar een ontwerp van Atelier d'Architecture Alain Richard - M. Cornet. (zie fig. 3a+b)

Een goede detaillering van de houtconstructie van het pijlgerbouw is cruciaal voor de levensduur, waarmee een goede ventilatie en afwatering worden gewaarborgd. Voor de prismatische houtstructuur is douglas, lariks en eiken toegepast.

'HOUT IS HOT'

In de eerste lezing onder dit motto gaat Marcus Schiere van de fa. Wijma Kampen BV in op het ontwerp en de bouw van drie lange fietsbruggen: de Pieter Smitbrug, de Stönnner Meijwaardbrug en de fietsbrug 'Fietsen door de Heide', een fietspad in het Nationaal Park Hoge Kempen.

Aan de Stönnner-Meijwaardbrug is aandacht besteed in ons septembernummer uit 2020.



3a+b Voetbrug Léon Tchinniss, LUIK (B)
© Ney & Partners (Engineering)

4 Stönnner-Meijwaardbrug

© West 8 urban design



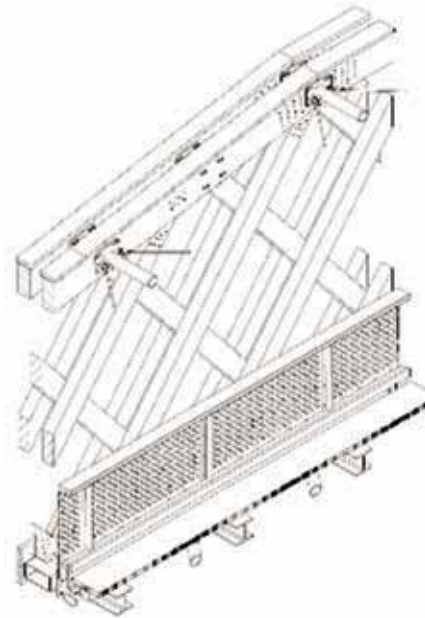


5 Pieter Smitbrug
© Wijma



6 Pieter Smitbrug in vogelvlicht
© Wijma

Allereerst wordt er ingegaan op het duurzaam bosbeheer



7 stalen onderconstructie t.b.v. aanrijbelasting

Allereerst wordt er ingegaan op het duurzaam bosbeheer, waaronder verstaan wordt het gebruik en beheer van het bos op een dusdanige wijze dat sociaal-culturele, ecologische en economische waarden behouden blijven voor huidige en toekomstige generaties. Daarnaast is gekeken naar de milieukosten, uitgedrukt in euro's (Milieu Kosten Indicator (MKI)), waaruit blijkt dat de milieukosten over de gehele levensduur van een brug in hout laag zijn. Dit betekent een gunstige 'Life Cycle Cost'. De Pieter Smitbrug in Groningen tussen

Blauwe Stad en Winschoten over de A7 claimt met een totale lengte van 800 m de langste fietsbrug van Europa te zijn met een breedte van 3,50 m en een volume aan hout van 350 m³. De 62 houten brugdelen (naast een houten onderbouw) zijn:

- Een 42 m lange houten vakwerkconstructie voor de hoofdo overspanning over de snelweg A7 (autosnelweg Amsterdam-Leer (D)).
- Een stalen brug voorzien van houten constructiedelen voor de ophaalbrug over het Winschoterdiep.

- Een derde toegang tot de brug middels een houten trapconstructie (zie fig.5). De levensduur van de hoofdconstructie is 80 jaar, mede doordat in het hout van de bovenste liggers een slijtlaag is aangebracht. Om weerstand te bieden aan aanrijdbelastingen is een stalen constructie aangebracht (zie fig. 7). De fietsbrug 'Fietsen door de Heide' verbindt op Belgisch grondgebied twee Vlaamse heidegebieden tussen Genk en Maasmechelen.



8 en 9 Zij- en langsaanzicht 'Fietsen door de heide'



10 Overzicht brug 'Fietsen door de heide'

© visit Limburg



11 Weerwaterbrug in vogelvlucht

© Strukton Civiel

12 Sfeerimpressie

© Sebastiaan van Damme

Enkele kengetallen van de 'Fietsen door de Heide'-brug zijn:

- totale lengte: 288 m
- hoofdo overspanning: 15 m
- breedte: 3,5 m
- houtvolume: 240 m³

Marcus Schiere besluit met een opsomming van de voordelen van hout in de bruggenbouw:

- er zijn overspanningen van meer dan 40 m mogelijk,
- een levensduur van 80 jaar is haalbaar,
- hout draagt bij tot gunstige MKI-score en scoort gunstig in de LCA-analyse
- en slaat koolstof op, waarmee een reductie van CO₂ optreedt.

Het FSC®-keurmerk staat borg voor duurzaam bosbeheer. Een juiste detaillering is

noodzakelijk, maar de CROW heeft daar goede richtlijnen voor.

En tenslotte, niet onbelangrijk: een houten brug misstaat nooit!

WEERWATERBRUG ALMERE

De presentatie begint met het vermelden van de achtergronden van het project door Frank Sengers (AnteaGroep), gevolgd door het tender ontwerp. Na het tenderontwerp zal Jeroen Koot (Jeroen Koot Constructie Advies) ingaan op de motivatie voor de ontwerp-wijziging en afsluiten met een toelichting op het eindresultaat.

Zoals de naam van de brug al aangeeft, ligt deze in het Weerwater van Almere. Het Weerwater is gelegen aan de rand van Almere



Stad en is ontstaan door zandafgravingen voor Almere Haven. De brug maakt een verbinding tussen Lumierepark en het Vogeleiland en zorgt tevens voor een verbinding met het Floriadeterrein. Belangrijke doelstellingen voor de gemeente Almere zijn:

- Architectonisch hoogwaardige fiets'voetgangersbrug;
- Duurzaamheid (materiaalkeuze, LCC, verschijningsvorm en beleving);
- Aansluiting op het 'Rondje Weerwater';
- Verbinding tussen Lumierepark en het Vogeleiland;
- Realisatie vóór de opening van de Floriade

Wat bijzonder aan de uitvraag was, dat deze eerst is beoordeeld door een vakdeskundige jury. Hieruit zijn twee ontwerpen uitgekozen die vervolgens beoordeeld zijn door de inwoners van Almere. Van de inwoners koos 71% voor het architectonisch ontwerp van Quist Wintermans Architecten.

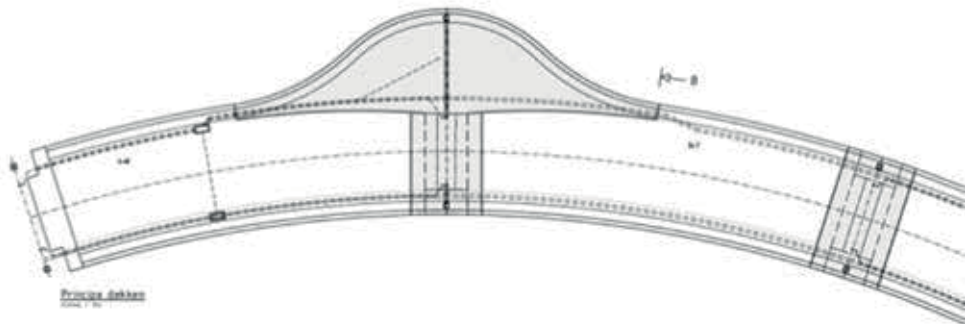
Het winnende tenderontwerp bestaat uit een robuust en elegante constructie, opgebouwd uit sierlijke betonnen pijlers die één geheel vormen met een slank brugdek.

Vanuit het oogpunt van duurzaamheid is gekozen voor een brug met zo min mogelijk onderhoud, door o.a. een aaneengesloten betonnen brugdek met slechts een voeg bij de landhoofden. Daarnaast is er zoveel mogelijk gebruik gemaakt van duurzame materialen zoals gerecycled beton en bamboe-elementen in de leuning. Ook het slanke ontwerp is materiaalbesparend. Enkele kengetallen van de brug zijn:

- totale lengte aaneengesloten brugdek van circa 240 m, opgedeeld in 10 velden van circa 24 m;
- minimale dikte brugdek 500 mm en maximaal 900 mm;
- twee uitkragende balkons van circa 5,0 m met dikte van 500 mm.

Uitdagingen voor het ontwerp zijn:

- het zeer slanke brugdek,
- de aaneengesloten constructie,
- de prefab elementen en de daarbij horende natte knoopverbindingen en
- de gekozen uitvoeringswijze, waarbij zoveel mogelijk prefab elementen worden toegepast om zo eenvoudiger en sneller boven het water te kunnen werken.



13 Bovenaanzicht t.p.v. bordes

© AnteaGroup



14 brugonderdelen

© AnteaGroup



15 langsdoorsnede t.p.v. pijler

© AnteaGroup

De uitvoering in fases ziet er in hoofdlijnen als volgt uit:

- heien prefab paalfundering vanaf ponton;
- aanbrengen funderingspoer d.m.v. prefab bak;
- plaatsen prefab pijlers en prefab dekken;
- aanbrengen natte knopen, die de prefab pijlers en dekken verbinden;
- aanbrengen dekconstructie van prefab voorgespannen platen, alsmede de wapening om het inklemmingsmoment in de in-situ knoop op te kunnen nemen.

Gevolg van dit ontwerp en uitvoeringswijze is dat er veel risico's zijn. Enerzijds aan de knoopverbinding en anderzijds aan de inpassing wapening en voorspanning. Daarbij speelt ook nog het feit dat door de keuze voor prefab, de voorspanning in het dek niet optimaal kan worden gebruikt.

Dit betekent risico's voor wat betreft de uitvoering van de natte knopen, waarbij de kans groot is dat de nauwkeurigheid en de architectonische eisen ten aanzien van vormgeving niet gehaald konden worden. Deze risico's werpen de vraag op: "kan dit niet anders en beter?"

In een toelichting op de relatie tussen de uitvoering en het constructief ontwerp geeft Jeroen Koot hier antwoord op hoe het ontwerp hierop is aangepast.

Bij een betonnen fiets'voetbrug veroorzaakt het eigen gewicht de grootste optredende momenten. Bij een prefab ligger op twee steunpunten zit het maximale moment (de $1/8 q l^2$) in het veld. Het storten van de natte knoop op de pijler heeft geen gevolgen voor de M-lijn t.g.v. dit eigen gewicht. De krachten en vervormingen zijn na het storten van de natte knoop nog precies hetzelfde. Bij een doorgaande ligger wordt 'hetzelfde' totale moment verdeeld tussen het veld en het steunpunt. Het steunpuntsmoment is daarbij circa 2x zo groot als het veldmoment. Als kentallen voor de slankheid gelden $1/48$ voor het veld en $1/27$ voor het steunpunt. Bij een effectieve voorspanning over meerdere velden is een slankheid van ca $1/35$ haalbaar. Op basis van deze kentallen is duidelijk dat een dek zonder voorspanning niet mogelijk is, maar een dek met doorgaande voorspanning boven het steunpunt wel!

HOE BOUW JE EEN QUA KRACHTSWERKING EFFECTIEVER DEK?

Als de voegen tussen prefab elementen in het veld liggen, is het positief effect van de voorspanning vrijwel even groot als bij een doorgaande ligger. Er is daarom overwogen om het dek in prefabelementen als hamerstukken uit te voeren.

De pijlers zijn gestort in een stalen kist die voor alle pijlers gebruikt kon worden

Hierbij bestaat elk hamerstuk uit 2x een ½ veld, centrisch t.o.v. de pijler. Deze variant is afgefallen vanwege de problemen bij het nauwkeurig stellen van de boogvorm, het maken van een natte knoop boven water en de halve dekken in de eindvelden. Het maken van een in te varen standaard kist, waarbij een doorgaande liggers gestort kan worden, leek het meest aantrekkelijk. Daarbij speelden twee zaken die nog wel opgelost moeten worden:

- 1 de wens om zo weinig mogelijk velden tegelijk te bekisten om kosten te besparen. De Weerwaterbrug heeft als voordeel dat de vorm van alle velden gelijk is waardoor een kist over meerdere velden te gebruiken is;
- 2 door het voorspannen wordt de brug korter en worden de pijlers omgetrokken.

VERVORMINGEN PIJLERS DOOR VOORSPANNING

Het is constructief niet logisch om een 240 m lang dek op een 9-tal pijlers als monoliete constructie uit te voeren. Voorspannen betekent verkorting van het dek; als het dek aan de pijlers vast zit, worden deze dus 'omgetrokken'.

Om het dek effectief voor te kunnen spannen, is flexibiliteit nodig. Meestal wordt dat gerealiseerd door glij-opleggingen, maar in dit geval is gekozen voor horizontale krachten op de palen.

In totaal wordt de brug 184 mm korter vanaf het moment van de eerste keer afspannen tot de laatste keer, na de 5^e stortfase.

Daarnaast wordt de brug door krimp en kruip nog eens 150 mm korter gedurende de volgende 100 jaar en wordt de brug ook door temperatuurschommelingen 65 mm korter/langer.

De buitenste pijlers moeten meer dan 150 mm omgetrokken kunnen worden. In plaats van twee rijen van elk vijf betonnen palen per pijler is daarom gekozen voor één enkele rij van vier stalen buispalen per pijler. Desondanks zorgt 'het omtrekken' voor aanzienlijke krachten en is er veel wapening nodig.

De voegovergangen zijn pas laat en bij relatief lage buitentemperaturen gemonteerd, zodat een groot deel van de vervormingen al opgetreden zijn en niet door de

voegovergangen opgenomen hoeven te worden. Hierbij moest de afweging gemaakt worden tussen wachten met inbouwen tot de zomer, zodat er iets meer kruip zou zijn opgetreden, of iets eerder in het voorjaar, wanneer de kans op een voldoende lage temperatuur reëler was. Bovendien voorkomt een relatief lage buitentemperatuur teveel verplaatsingen t.g.v. de restkruip.

De pijlers zijn gestort in een stalen kist die voor alle pijlers gebruikt kon worden. Uit de pijler steekt een aanzienlijke hoeveelheid wapening om de krachten uit de vervormingen t.g.v. de verkorting door voorspanning, kruip en temperatuur op te vangen.

Door de voorspanning is de hoeveelheid 'zachtstaal' in het dek beperkt. Ter plaatse van de stortnaden is echter wel een aanzienlijke hoeveelheid splijtwapening nodig. Een dekdikte van iets meer dan 500 mm en 19 strengs kabels was echt de limiet. De ruimte was ook nog eens beperkt door de verlopende hoogte van het dek. De gehele bouwtijd was 12 maanden.

De keuze voor een volledig in situ brug waarbij de vloeiend bedachte overgang van pijlers dek ook in de praktijk zo gemaakt kon worden, is een goede keuze geweest. Het is wel op de grens van een haalbare constructie en ook uitvoeringstechnisch was het een uitdaging.

PROJECTGEGEVENS

Weerwaterbrug Almere	
Opdracht	Ontwerp, realisatie en meerjarig onderhoud van de Weerwaterbrug in gebied 2N te Almere Stad
Opdrachtgever	Gemeente Almere
Architectonisch ontwerp	Quist Wintermans Architecten
Constructief Ontwerp	Antea Group Ontwerpleider: Frank Sengers Hoofdconstructeur: Jeroen Koot
Uitvoering	Strukton Civiel

HET RECEPT VOOR EEN GOEDE FIETSBRUG

Bureau ZJA geeft ons een kijkje in haar ontwerpkeuken. Het bureau is een voorstander van 'onderzoekend ontwerpen', d.w.z. meerdere ideeën naast elkaar zetten, vergelijken en dan kiezen voor het meest optimale. Voetbruggen zijn daarbij mooie onderzoeksplatforms om in het 'klein en licht' te onderzoeken wat er in het groot mogelijk moet worden. Het presenteert vier ontwerpen.

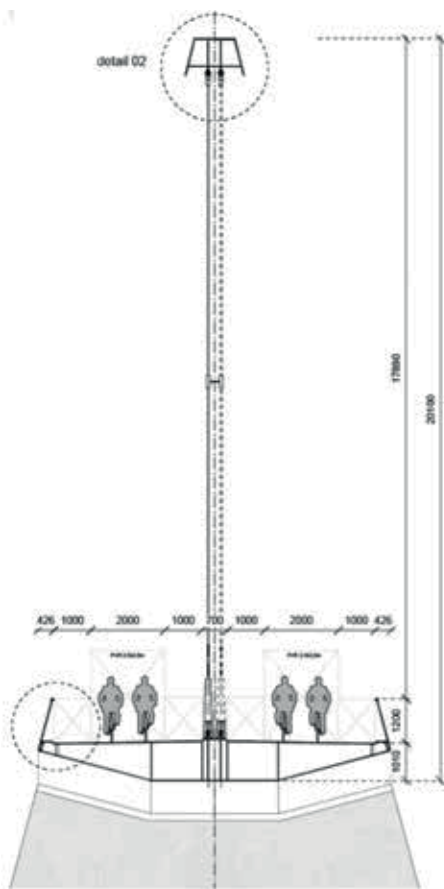
1 FIETSBRUG WIJNEGEM

Inpassing in de omgeving en het fietscomfort vormden de uitgangspunten bij het ontwerp van deze brug.

In een afwegingsmatrix, met oplossingen voor een brug met of zonder tussensteunpunt, kwamen twee bruggen met tussensteunpunt het best naar voren: een tuibrug en een ligger-boogbrugcombinatie.



16 Fietsbrug Wijnegem



17 Standaard doorsnede bruggen Albertkanaal

2 FIETSBRUG TESSENDERLO

De fietsbrug moest aansluiten bij de standaardbruggen over het Albertkanaal, conform figuur 17.

Daarnaast moest het zijaanzicht van de brug symmetrisch zijn t.o.v. de lengte-as van het Albertkanaal, waarbij de landhoofden vrij worden gehouden van beplanting. Dit leidde tot onderstaand ontwerp.



18 Fietsbrug Tessenderlo

© ZJA



19 Fietsbrug Tessenderlo

3 BOTTERBRUG

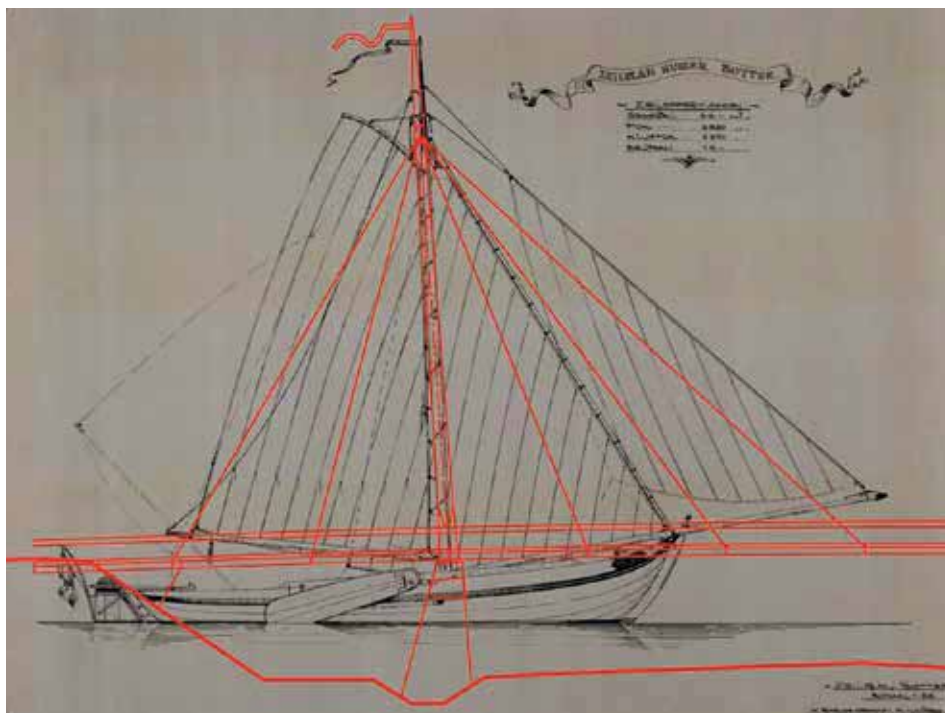
Deze brug nabij Harderwijk, waarvoor een botter heeft gediend als inspiratie, is eerder besproken in BRUGGEN 4, jaargang 25 (1917)

4 FIETSBRUG WEERWATERBRUG

Het bureau heeft ook een ontwerp ingediend voor deze brug, hiervoor beschreven, waar de volgende drie specifieke duurzaamheidsdoelen werden nagestreefd:

- 1 Circulaire economie (duurzaam materiaalgebruik, toekomstbestendig ontwerp)
- 2 Energieneutrale uitvoering en exploitatie
- 3 Belevingswaarde (zichtbaarheid) van duurzaamheid en innovatie in het ontwerp.

Uiteindelijk heeft het publiek gekozen voor het ontwerp van bladzijde 8-9.



20 Botterbrug



21 principe ontwerp ZJA voor de Weerwaterbrug

FIETSBRUG WIELSBEKE-WAREGEM OVER DE LEIE (B)

An Schoenmakers en Ronan Pieters,
SBE Engineering Consultants

Uit een oogpunt van kwaliteit en kostenefficiëntie is, na het vaststellen van de vorm, gekozen voor een stalen kokerdoorsnede, waaraan de helling van de balustrade al is meegegeven en dat een slank ontwerp kan garanderen. Voor de hellende aanbruggen is gekozen voor beton als meest economische oplossing met een monoliete verbinding met de hoofdoverspanning. Het geheel is gevat in een parametrisch geometriemodel waarmee niet alleen de krachtswerking, maar ook de eigen frequentie van de constructie kon worden bepaald. Dit vormde de basis voor de verdere vormgeving en de overweging voor het (niet) toepassen van massadempers.



22 Zicht op de nieuwe fietsbrug Wielsbeke

© SBE

ALUMINIUM, METAAL VAN DE TOEKOMST

Albert Hogewoning
(High Rise Design) en
Stijn van den Bersselaar
(Bersselaar Constructie)

De wereldproductie van aluminium is sinds 1980 vervijfvoudigd. De voordelen van het materiaal is alom bekend: het eigen gewicht is 50% van dat van staal, het heeft geen

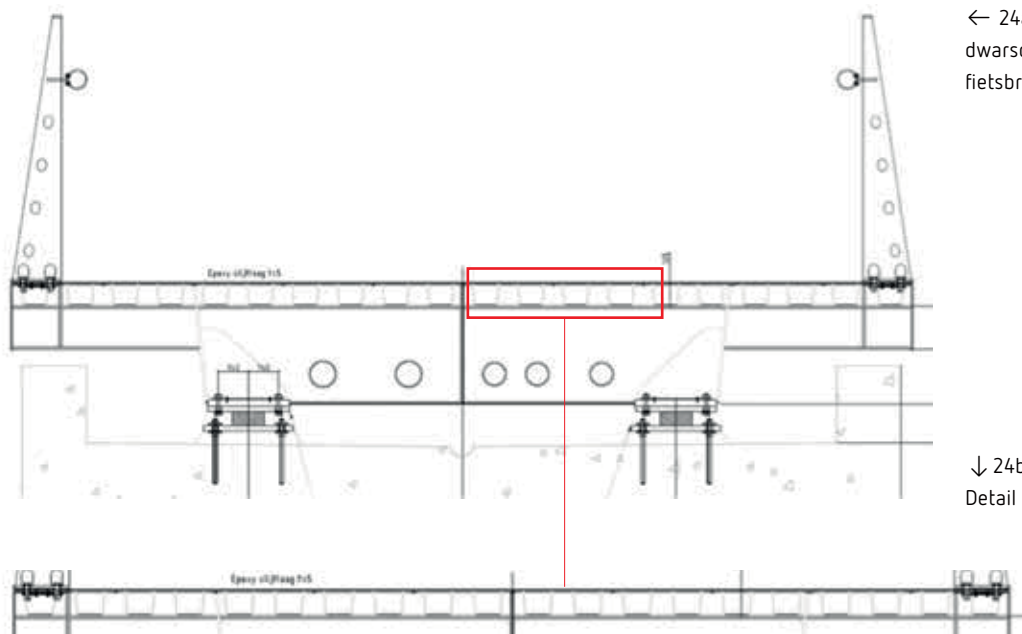
bescherming tegen corrosie gedurende de hele levensduur en is daarmee onderhoudsvriendelijk.

De Arvidabrug (Canada) met een lengte van 154 m en een massa van 163 ton is sinds 1950 in gebruik en is daar een voorbeeld van. Het gebruik als val in beweegbare bruggen ligt voor de hand.

De Dommelbruggen (lente 20 m, massa 3200 kg) in de regio Eindhoven is een recenter voorbeeld (2005)



23 Dommelbrug in aluminium



← 24a Modern voorbeeld van een dwarsdoornede van een aluminium fietsbrug

↓ 24b principe ontwerp ZJA
Detail brugdek

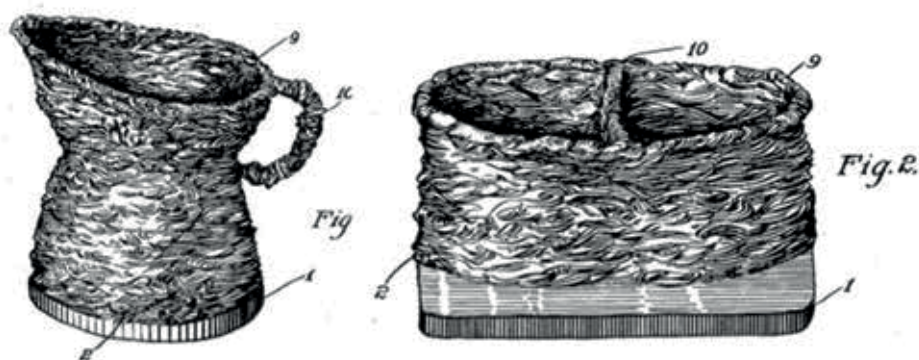


25 aluminium brug
tijdens het inhangen
van het dek (zie fig 24)

Aluminium is echter 3 à 4 keer zo duur als staal en is onderhevig aan grote prijsschommelingen. Het materiaal is duurzaam in gebruik: 75% is nog in gebruik en de recyclegraad van de resterende 25% is hoog, met veel lagere energiekosten dan bij de oorspronkelijke productie.

MX3D-BRUG

In de laatste presentatie van de middag is de geprinte, stalen brug het onderwerp, gepresenteerd door Stijn Joosten van de firma MX3D, naar een ontwerp van Joris Laarman. In dit geval betekent 'printen' het maken van kokerachtige profielen van aan/op elkaar gelaste lasrupsen, een idee waarop in 1926 al een patent is verleend.

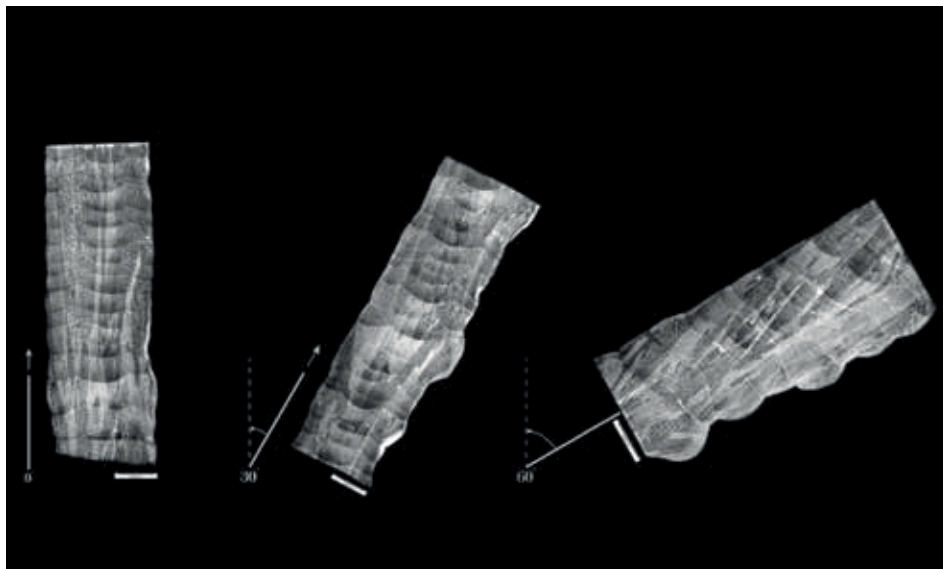


25 Patent van Baker 1926

In dit geval betekent 'printen' het maken van kokerachtige profielen van aan/op elkaar gelaste lasrupsen

De hedendaagse ontwikkeling betreft het toepassen van een lasrobot en het toetsen van het materiaal met hedendaagse rekenmethoden aan de hedendaagse normen van veilig construeren.

Het ontwerp van de internationaal erkende ontwerper Joris Laarman, o.a. van stoelen, was voor MX3D interessant om robottoepassingen in de industrie te toetsen. Uit afstudeeronderzoeken blijkt dat het materiaal, opgebouwd uit lasrupsen, ductiel en sterk genoeg is als constructiemateriaal. Het resultaat is een anisotrope constructie, met een grote spreiding in geometrie en materiaaleigenschappen, waardoor kwaliteitscontrole bij toepassing essentieel is! Ook blijkt dat het printproces direct van invloed is op de eigenschappen. Arup verzorgde een second opinion/review op materiaaleigenschappen en constructief gedrag.



26 Röntgenopname kokerprofielen

Er is geen Eurocode voor 3D-geprint staal, waardoor de eigenschappen op basis van veelvuldig testen worden vastgesteld en de constructieve veiligheid op basis van conservatieve aannames wordt bepaald. MX3S voerde in vervolg op labotariumtests

drie tests op ware schaal uit: op een gedeelte van de brug, op de volledige overspanning zonder en met het dek, waaruit bleek dat verticaal een belasting van 115 kN en horizontaal 2x 7,5 kN mogelijk was.



27 draagconstructie geprinte brug

TOEPASSING

De kades van de Oudezijds Achterburgwal worden nu verbonden door de 3D-geprinte voetgangersbrug, ter hoogte van de Stoofsteeg. Het is de eerste 3D-geprinte brug ter wereld die volledig gemaakt is van staal. De brug is op donderdag 15 juli j.l. officieel geopend door koningin Máxima. De hele brug is gemaakt van roestvaststaal en heeft een massa van ruim 6.000 kilo. Hij blijft twee jaar liggen; in de tussentijd wordt de oude brug gerestaureerd.

De voetgangersbrug is uitgerust met sensoren die allerlei metingen uitvoeren. Zo kan de brug zelf aangeven wanneer er een reparatie nodig is. Ook kan er gemeten worden hoeveel voetgangers er dagelijks over de brug lopen.

De brug is voor het eerst getoond op Dutch Design Week Eindhoven, in oktober 2018. Daar won het project niet alleen een Dutch Design award, maar ook de publieksprijs. Voor haar pionierswerk ontving het projectteam ook de STARTS PRIZE 2018 uit handen van de Europese Commissie.

Met deze laatste lezing kwam een eind aan een geslaagd symposium dat het verdient om een jaarlijkse traditie te blijven.





28 De brug wordt officieel geopend door koningin Máxima.
© BrunoPress

← 29 Plaatsen van de brug.
© Adriaan de Groot

GESCHIEDENIS VAN DE OVERBRUGGING VAN DE LEK TUSSEN VREESWIJK EN VIANEN

Frans Remery



1 Vreeswijk en Vianen langs de Lek.
bron: Kruising, geschiedenis van pont en brug



2 De oversteek tussen Vreeswijk en Vianen met de schipbrug.
bron: www.industriespoor.nl

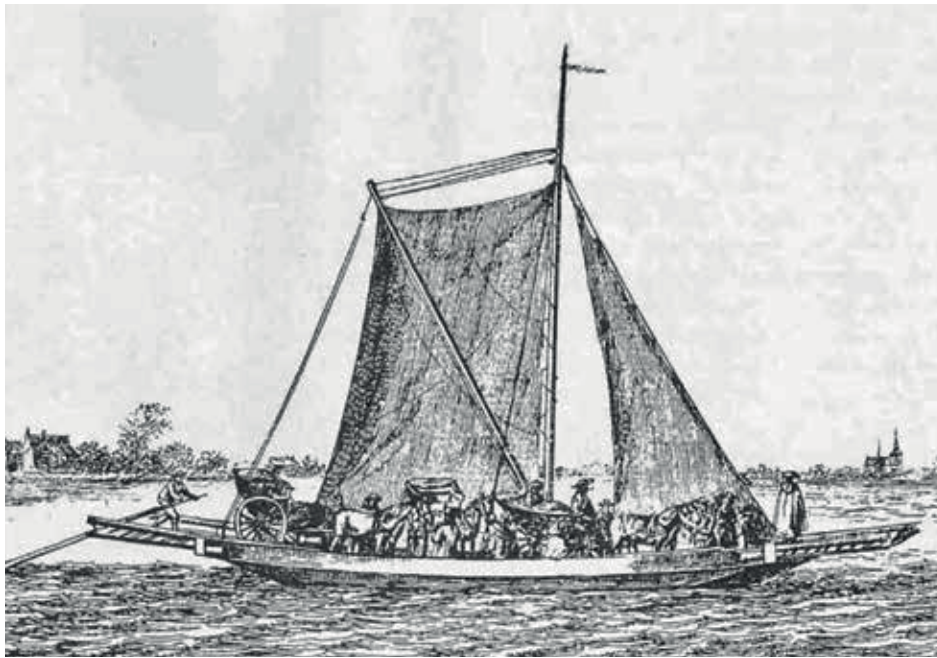
Tussen Vreeswijk en Vianen stroomt de drukbevaren rivier de Lek en in de loop van de tijd zijn er allerlei manieren beproefd om de rivier tussen deze twee plaatsen met droge voeten over te steken.

Vreeswijk is een zeer oud dorp dat al in de veertiende eeuw ontstond rond een sluis die Utrecht via de Vaartse Rijn met de Lek verbond. Het dorp viel van oudsher onder de bisschop van Utrecht die niet alleen geestelijke, maar ook wereldlijke macht had. Thans is Vreeswijk een wijk in de gemeente Nieuwegein.

mogelijk nog ouder dan Vreeswijk. Reeds in 1336 kreeg het stadsrechten en vanaf 1414 zwaaide het geslacht van Brederode er gedurende enkele eeuwen de scepter. Daarmee was Vianen een onafhankelijke stadstaat en een concurrent van Utrecht. Vianen is tegenwoordig een stad in de gemeente Vijfheerenlanden.

VEERVERBINDING

De twee plaatsen lagen op één van de zeldzame routes van noord naar zuid in ons land en het was gebruikelijk de Lek daar over te steken. Maar een machtige rivier als de Lek steek je niet zomaar over. Natuurlijk hebben mensen op eigen initiatief de overtocht per boot gemaakt. Bekend is dat er al in de zestiende eeuw een veerverbinding bestond



3 Impressie van een zeilpont.

bron: Vrevia

tussen Vianen en Vreeswijk die eigendom was van de heren van Brederode van Vianen. Er voer toen een flinke zeilpont die, naast goederen, diligences en de postkoets met paarden en al kon overzetten. Dat was een mooie bron van inkomsten. Naast de grote pont waren er nog twee kleine overzetveren: één van schippers uit Vreeswijk en één van schippers uit Vianen. De kleine ponten mochten alleen personen vervoeren met de bagage die zij met de hand konden dragen. Ze stonden bekend als pinnemakers. Voor de schippers uit Vreeswijk ging dat letterlijk op: in de uren dat er geen werk was, sneden zij kleine houten pinnen voor het bevestigen van het bovenleer aan de zolen van schoenen in die tijd. Die van Vianen gingen tijdens het wachten liever vissen; dat bracht meer op, maar ook zij stonden bekend als pinnemakers.

DE SCHIPBRUG

Het begin van de negentiende eeuw was een roerige tijd in Nederland. Franse en later Pruisische legers trokken door het land en wilden ook de Lek oversteken. Met het kleine aantal beschikbare pontveren ging dat niet. Als oplossing werd tussen Vreeswijk en Vianen (en ook bij Gorinchem) voor het eerst een schipbrug geconstrueerd: een houten brugdek, opgelegd op verankerde houten scheepjes. Op 9 december 1813 was de schipbrug tussen Vianen en Vreeswijk gereed. Het was allemaal nieuw en er was haast mee gemaakt en dan kunnen er dingen misgaan.

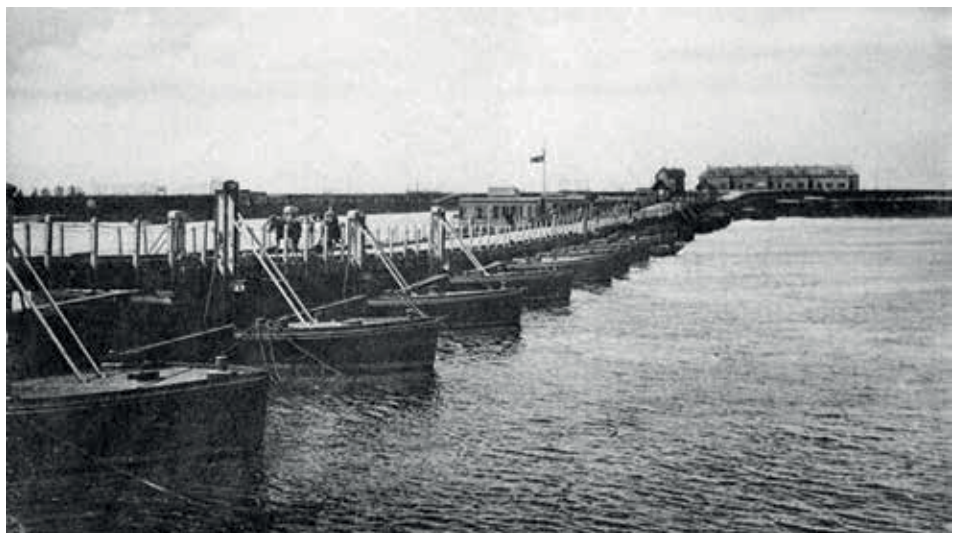
Zo was in die eerste schipbrug vergeten dat er uittrekkvakken nodig waren om de doortocht van schepen door de schipbrug mogelijk te maken. Dit euvel was nauwelijks hersteld, toen de brug op 9 januari 1814 onder de kracht van het brekende ijs bezweek, waarbij helaas de meeste pontonschepen en veel van de houten constructiematerialen verloren gingen. De schipbrug had slechts één maand gefunctioneerd!

Toen het ijs weg was, ging de pont weer varen. En dat duurde tot 1840.



4 Overzicht schipbrug.

bron: archief Nederlandse Bruggenstichting



5 De schipbrug omstreeks 1930.

bron: OTAR uit Het Utrechts Archief



6 Brugdek van de schipbrug; er passeren juist enkele schepen.

bron: www. house-of-cards.nl



7 Ponton van de schipbrug met het machinehuis voor de lieren en de opleggingen voor de brug.

bron: AD.nl

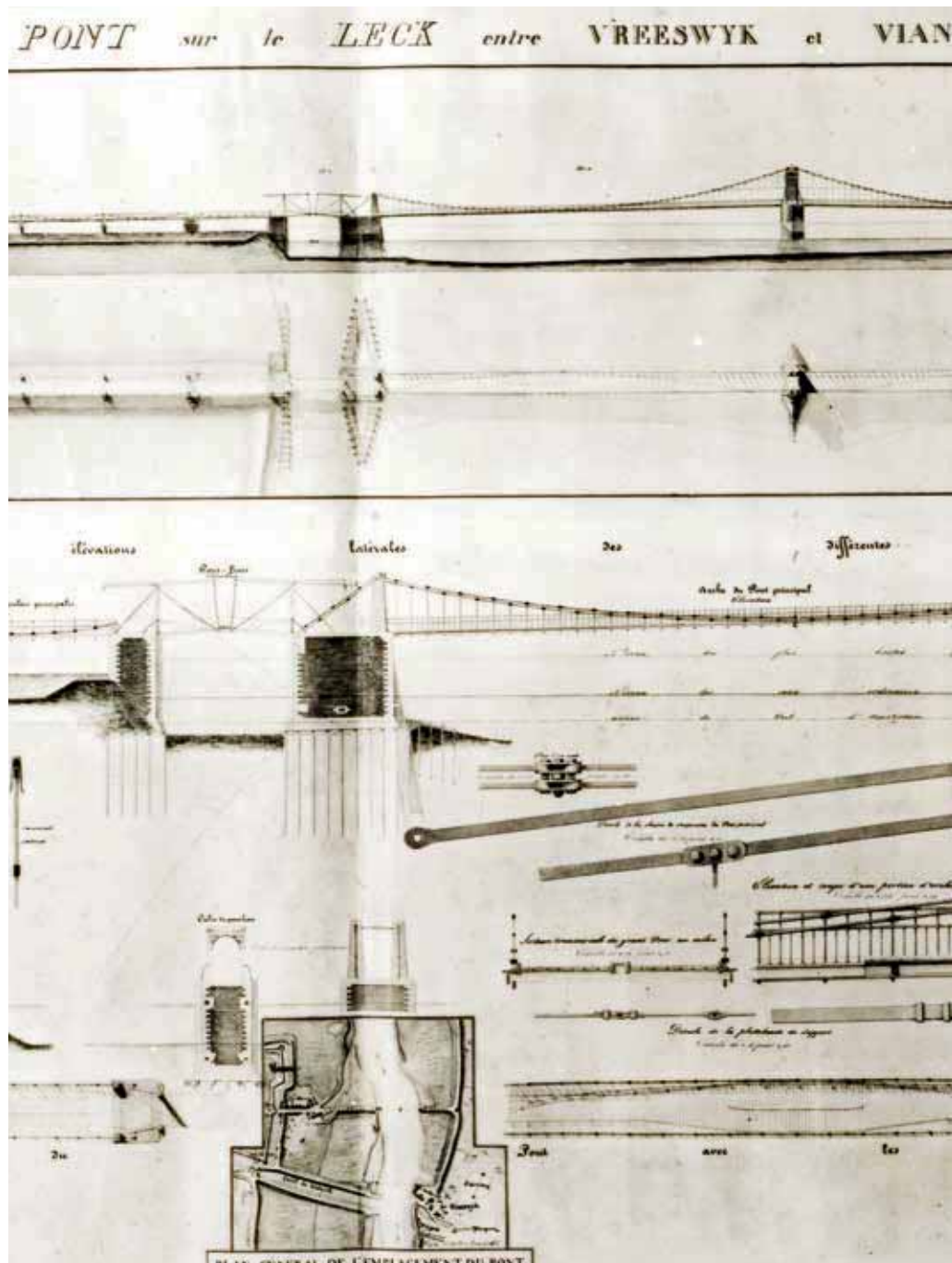
→ 8 Het plan voor een hangbrug van Vifquain.

bron: archief Nederlandse Bruggenstichting

Vanaf 1824 werden er op instigatie van Jan Blanken, ingezetene van Vianen en een belangrijke waterstater, plannen gemaakt om een degelijke schipbrug te bouwen als vervanger van de veerpont. Daar ging nogal wat tijd mee heen: het duurde tot 1840 voor er een degelijke schipbrug op dezelfde plaats lag. Deze vroeg veel onderhoud, maar hij heeft het bijna een eeuw uitgehouden. Aanvankelijk lag de brug op houten scheepjes, maar in de loop van de tijd werden die vervangen door ijzeren exemplaren. De wispelturige Lek zorgde herhaaldelijk voor verrassingen en menigmaal werden delen van de schipbrug door storm of ijsgang vernield. De toenemende drukte op het water noodzaakte herhaaldelijk tot het uitvaren van het uitdrijfvak van de brug. Aanvankelijk ging dit met de hand. Dat was zwaar werk. Bij openen werden de kabels of kettingen waarmee het brugdeel was verankerd, gevierd en het uitdrijfdeel verplaatste zich onder invloed van de stroom. Met een ketting dwars op de stroom werd het brugdeel opzij getrokken. Na de passage van de schepen kwam het zwaarste werk: met lieren moest het brugdeel tegen de stroom in weer op zijn plaats worden gebracht. De situatie verbeterde sterk toen de lieren met een (petroleum)motor werden aangedreven.

EEN PLAN VOOR EEN HANGBRUG

Intussen was een waterstaatsingenieur, J.B. Vifquain, in Engeland op studiereis geweest en had daar de smeedijzeren hangbrug over de Menai in aanbouw gezien. Deze brug, met een hoofdoverspanning van 176 m die aan kettingen hing, was een ontwerp van Thomas Telford. Vifquain was erg onder de indruk en



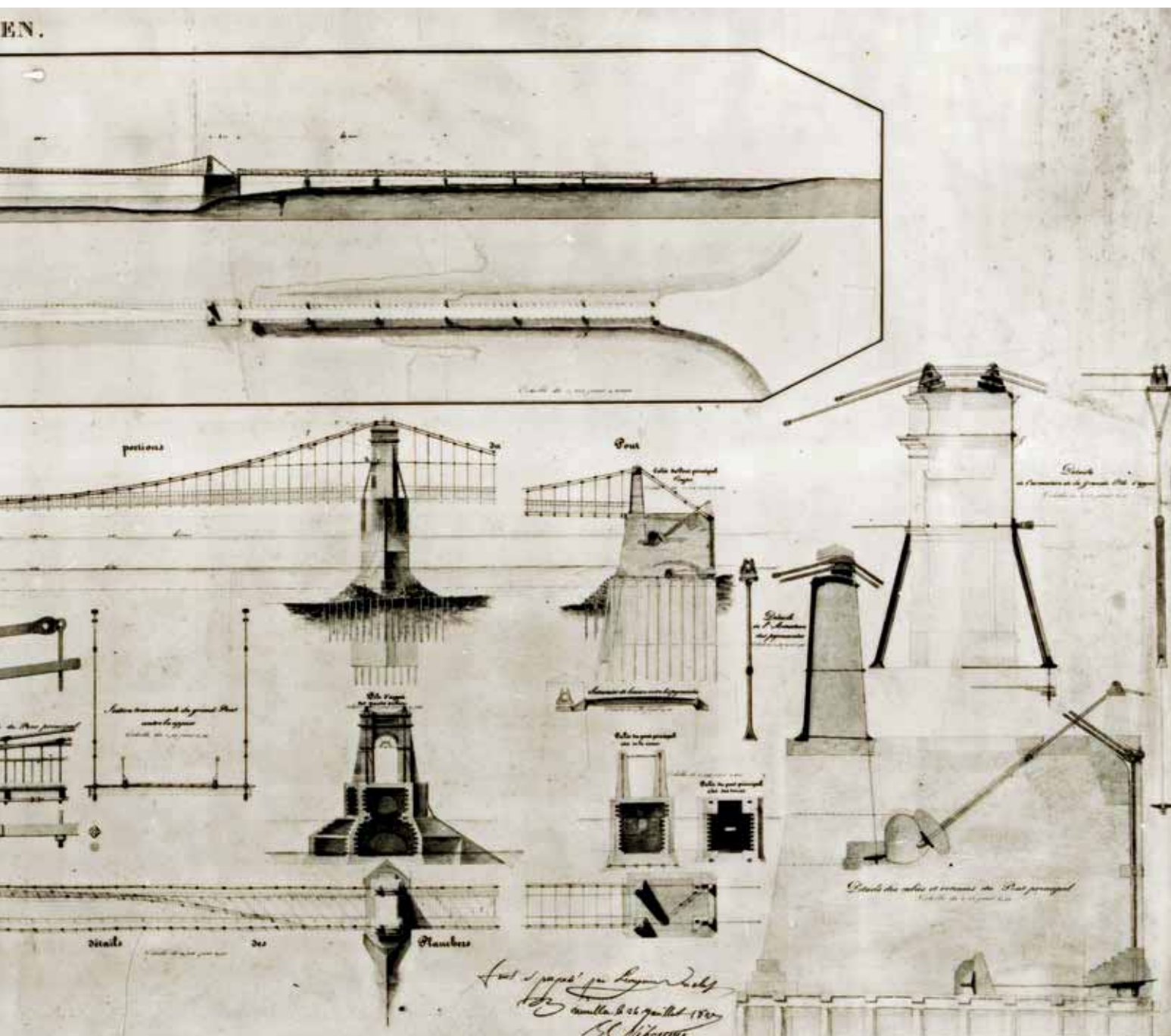


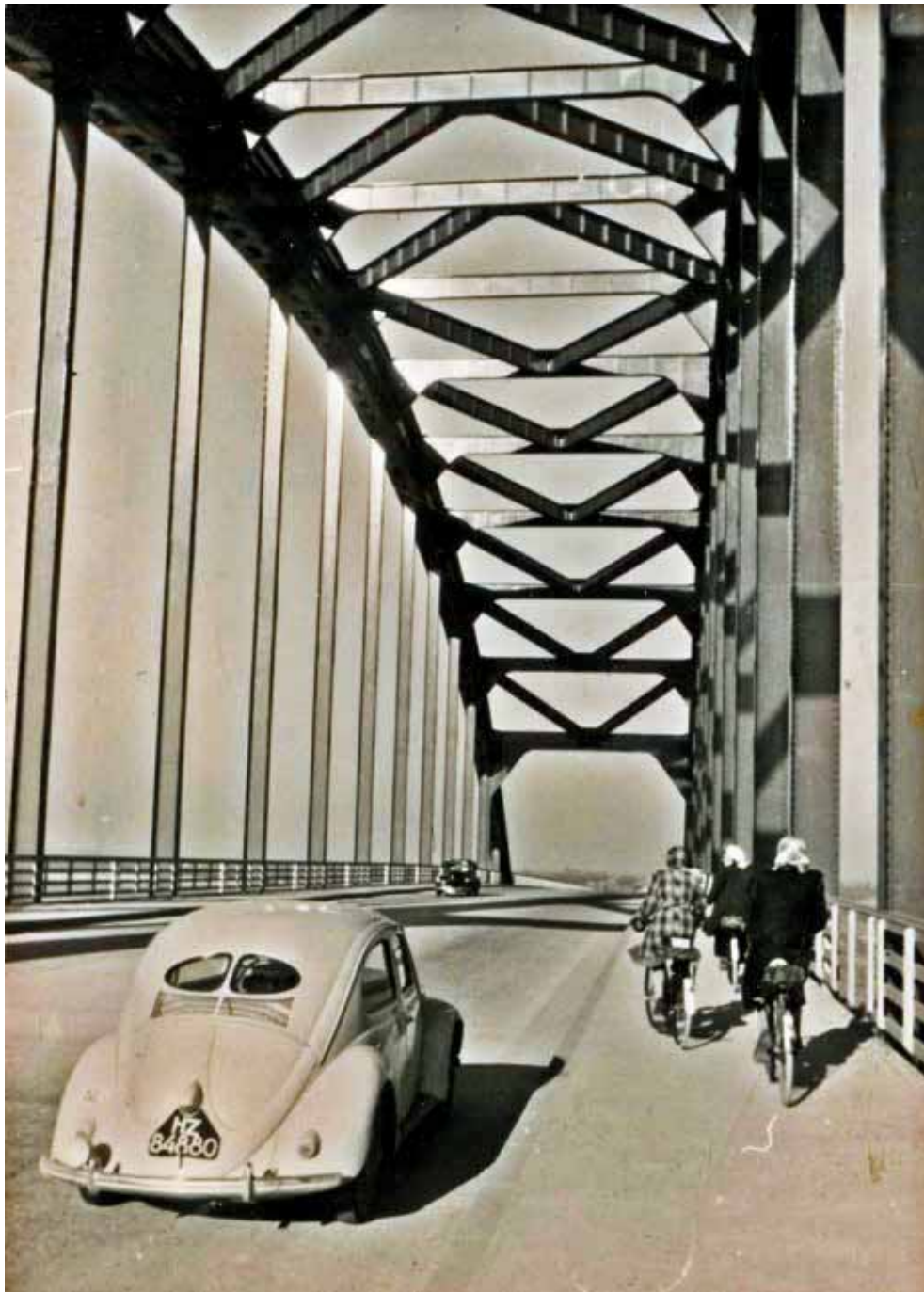
raandrijving,

maakte in 1827 een voorstel voor zo'n hangbrug over de Lek. Zijn plan behelsde twee hangbruggen achter elkaar vanwege de grote breedte van de rivier ter plaatse, maar dat vroeg wel om een pijler midden in de rivier. Om hoge schepen te laten passeren voegde hij een dubbele ophaalbrug aan de zijde van Vianen toe. Die pijler in het midden van de rivier leek toch wel een handicap en dus maakte Vifquain een plan met een hangbrug in één overspanning, bijna 200 meter. Zo'n brug is er echter nooit gekomen en, zoals hiervoor gemeld, werd er in 1840 een nieuwe schipbrug in gebruik genomen en die is tot 1936 blijven varen.

HET EERSTE RIJKSWEGENPLAN

In het begin van de twintigste eeuw had Nederland een uitgebreid spoor- en tramweginet, maar het wegverkeer moest op veel plaatsen nog gebruik maken van onverharde wegen. Het langzaam verkeer had altijd draagkrachtige grond opgezocht en de daardoor ontstane sporen in het landschap vormden een rommelig geheel. Toen de auto tot ontwikkeling kwam en daarmee dus voertuigen die gemaakt waren voor aanzienlijke snelheden, kwam er behoefte aan verharde wegen. Plannen voor een systematische wegeaanleg waren in sommige regio's al op enige schaal tot ontwikkeling





9 Gecombineerd langzaam en snelverkeer op de brug.
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting

(later Directie Wegen) van Rijkswaterstaat. Het Bruggenbureau ontwikkelde zich snel en opereerde vanaf 1936 als zelfstandige Directie Bruggen binnen Rijkswaterstaat. Ir. W.J.H. Harmsen kreeg de leiding. Het ontwerpen en bouwen van verkeersbruggen moest nog helemaal worden geleerd. Men begon met het bestuderen van belastings- en spanningsvoorschriften. Veel technische kennis werd verkregen door bezoeken aan het buitenland en het aantrekken van bekwame constructeurs en tekenaars van verschillende constructiewerkplaatsen waar toen door de crisis gebrek aan werk was. Bij het ontwerp en de aanbesteding van de bruggen werd er dan ook rekening mee gehouden dat zoveel mogelijk daarvoor in aanmerking komende Nederlandse bedrijven een bijdrage in de fabricage zouden kunnen leveren. Ook de vormgeving van de brug kreeg de volle aandacht vanwege de invloed van deze grote constructies in het weidse rivierenlandschap. Daarom werd een esthetisch adviseur in de persoon van ir. A.J. van der Steur ingeschakeld. Naast de grote rivierbruggen waren talloze kleinere bruggen en viaducten nodig, alsmede beweegbare bruggen. Ook deze werden door de Directie Bruggen gerealiseerd.

HET ONTWERP EN BOUW VAN DE VASTE BRUG

In het Rijkswegenplan van 1927 was een oeververbinding in de rijksweg van Utrecht naar 's-Hertogenbosch (later A2) over de Lek in de omgeving van Vianen en Vreeswijk opgenomen. Deze werd ten westen van de

gekomen, maar de aansluiting van die wegen op elkaar was vaak niet geregeld.

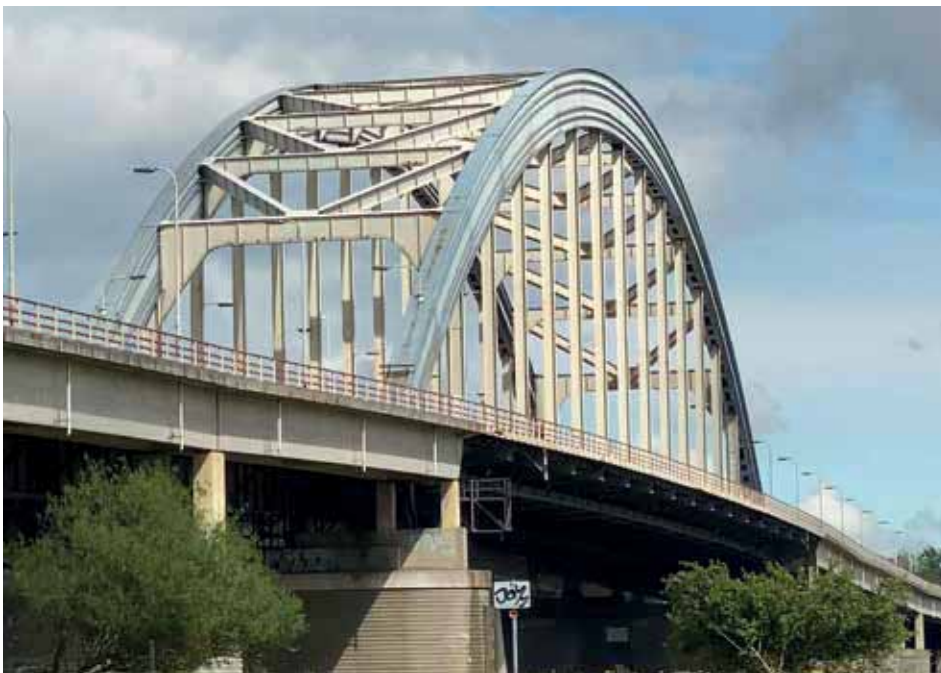
Hier nam het Rijk de regie met het opstellen van het eerste Rijkswegenplan. Dit omvatte hoofdlijnen voor verbindingen van oost naar west en van noord naar zuid voor het wegverkeer. Daarbij moesten de nodige rivieren worden gekruist en hiervoor waren bruggen nodig. Ter realisering daarvan werd binnen Rijkswaterstaat in 1928 het Bruggenbureau opgericht. Aanvankelijk was het een onderdeel van het District Wegen



10 De boogbrug in aanbouw.
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting



11 Het herstel na de oorlog verliep op een andere manier dan de bouw vóór de oorlog.
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting



12 De boogbrug en de aanbruggen na de verbreding in 1967
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting

sluizen in Vreeswijk geprojecteerd. Zo hoefden schepen die de Lek overstaken van Vreeswijk naar Vianen (toegang Zederik-kanaal (later Merwedekanaal) de brug niet te passeren. Het ontwerp van de brug werd gemaakt op het reeds genoemde Bruggenbureau. Vanaf 1931 werd gewerkt aan het ontwerp van de brug. Gekozen werd voor een boogbrug met een lengte van 160,1 m die in één keer het zomerbed van de Lek overspande. Aansluitend kwamen aan weerszijden vier aanbruggen van 42,6 m.

De hoofdliggers van de boogbrug waren volwandige bogen met trekbanden. Qua vormgeving waren de bogen boven in het midden hoger dan bij de uiteinden. Ze lagen hart op hart op 17,2 m. Binnen de bogen was ruimte voor een betonnen rijdek met een breedte van 11 m en twee zijpaden van 2,75 m. Om esthetische redenen stak er niets buiten de bogen. (Later zouden er aan weerszijden alsnog bordessen voor het langzame verkeer worden toegevoegd). De aanbruggen waren wat smaller (16 m) dan de boogbrug door smallere zijpaden

(2,50 m). Ze bestonden uit enkelwandige hoofdliggers, hart op hart 9,8 m en werden uitgevoerd als doorgaande liggers over de vier openingen.

De boogbrug werd gebouwd door de Koninklijke Maatschappij De Schelde te Vlissingen en de aanbruggen werden vervaardigd door de Nederlandse Dok Maatschappij te Amsterdam.

De bruggen werden ter plaatse opgebouwd. Voor de boogbrug betekende dit dat er hulpconstructies in de rivier werden geplaatst. Omwille van de scheepvaart moest daarbij een opening van 60 m worden vrijgehouden. Daarvoor werden twee naast elkaar gelegen hulpbruggen op aparte jukken gebruikt. De resterende openingen werden overspannen met tralieliggers afkomstig van een afgebroken brug. Zo ontstond een werklak voor het aanbrengen van de trekbanden en de vloerconstructie, waarop achtereenvolgens de hangstangen en daar weer op de boogdelen werden aangebracht.

OOLOGSTIJD

Voor veel bruggen in ons land verliep de oorlogstijd desastreus. Anders dan veel andere bruggen, kwam de Vianense brug de beginjaren van de oorlog goed door. De ellende begon pas tegen het eind: op 5 januari 1945 bombardeerden de geallieerden met succes de brug. Eén van de aanbruggen werd zwaar beschadigd en de boogbrug kwam in delen in de rivier terecht. Dat was een flinke klap voor de bezetters die daarmee de noord-zuidverbinding over land en de oost-westverbinding over de rivier kwijt waren. Maar slechts twee dagen later voer er alweer een pont tussen Vianen en Vreeswijk. Het was een motorpont die vroeger bij Wageningen had gevaren en die de vernielingen aldaar had overleefd. Meteen na de oorlog wilde Wageningen de pont terug, maar daar stak het Militair Gezag een stokje voor. Kennelijk was het belang van de verbinding Vreeswijk-Vianen groter dan die tussen Wageningen en de Betuwe. Na de bevrijding werd haast gemaakt met het vrijmaken van de vaarweg. Zoveel mogelijk stukken van de brug werden uit de Lek gevist en afgevoerd naar het constructiebedrijf Werkspoor in Utrecht. Daar werd de hele brug op ware grootte uitgelegd en werden verbogen delen in de oude vorm teruggebracht en werden ontbrekende delen aangemaakt. Het St 52 voor de bogen moest echter uit Amerika komen en kwam uiteindelijk pas in 1948 beschikbaar. En dus werd er tussen Vreeswijk en Vianen



13 Bouw van de tweede betonnen brug als uitbouwbrug
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting



14 De nieuwe betonnen bruggen naast de oude boogbrug
bron: archief Nederlandse Bruggenstichting

Velen hadden graag gezien dat de boogbrug op zijn plek behouden zou blijven, bijvoorbeeld als fietsbrug.

weer een schipbrug ingelegd. Met militaire hulp werd een noodbrug uit Baileymateriaal op zestien zolderschuiten gelegd. Terwijl de herstelwerkzaamheden aan de boogbrug nog doorgingen, kon het verkeer voorzichtig weer van de brug gebruik maken, tot de brug in 1949 geheel hersteld was.

ONTWIKKELINGEN NA DE OORLOG

Nadat de brug in 1949 weer geheel gebruiksgereed was, is het wegverkeer almaar drukker geworden. Zo ontstonden gevaarlijke situaties voor het langzame verkeer (waaronder fietsers) dat samen met het snelverkeer van de weggedeelten binnen de bogen gebruik maakte. Daarom zijn in 1967 bordessen aan de buitenkant van de bogen van de hoofdoverspanning en van de aanbruggen aangebracht, zodat er plaats kwam voor extra rijstroken. De situatie werd daardoor veiliger en de capaciteit van de brug werd groter. Helaas werd daardoor wel de esthetica van de brug geweld aangedaan. Uiteindelijk bood deze maatregel slechts korte tijd soelaas. Het verkeer bleef in omvang groeien en de brug bij Vianen werd een notoire filegenerator. Zo kwam de bouw van de Lekbrug in de A27 bij Hagestein in beeld als alternatieve noord-zuidverbinding. Deze brug kwam gereed in 1981. De filedruk op de Vianense brug verminderde tijdelijk merkbaar, maar de voortdurende groei van het wegverkeer vereiste toch drastischer maatregelen. Die bestonden uit plannen voor en uiteindelijk de bouw van een tweetal betonnen bruggen, meteen ten westen van de boogbrug. De nieuwe overbrugging kreeg de naam van de in 1808 benoemde inspecteur-generaal van Rijkswaterstaat, Jan Blanken die in Vianen woonde.

DE TOEKOMST VAN DE BOOGBRUG

Aangezien de nieuwe betonnen bruggen ook ruimte boden aan voorzieningen voor langzaam verkeer, bleef er geen functie voor de boogbrug over. Velen hadden graag gezien dat de boogbrug op zijn plek behouden zou blijven, bijvoorbeeld als fietsbrug. Die optie is serieus bestudeerd, maar bleek vanwege het nodige geregelde onderhoud aan de brug erg kostbaar. In

tegenstelling tot enkele andere bruggen uit het eerste Rijkswegenplan, heeft de boogbrug geen monumentstatus, op basis waarvan behoud wellicht verplicht zou kunnen zijn geweest. Wel is door de Nederlandse Bruggenstichting in 1999 een waarderingsrapport van de brug opgesteld waarvan elementen zouden kunnen worden gebruikt voor het aanvragen/verlenen van een monumentstatus van de brug. Het rapport maakte destijds een voorbehoud voor de beoordeling van het aspect 'inpassing in het landschap'. In zijn eentje scoorde de boogbrug in de beoordeling daarvan goed, maar omdat toen al werd gewerkt aan de nieuwe betonnen bruggen direct naast de boogbrug, werd de beoordeling van het effect daarvan naar een later datum verschoven.

Die beoordeling kwam er in 2013. Voor de voorstanders van behoud van de boogbrug was de uitkomst teleurstellend. Kort gezegd kwam het erop neer dat de nieuwe betonnen bruggen het beeld van de oude boogbrug verstoren en dat de boogbrug die boven en onder de betonnen bruggen uitsteekt, de slanke lijn van de nieuwe betonnen bruggen geweld aandoet. De mogelijkheid de boogbrug op deze plaats een monumentstatus te verlenen verviel hiermee. Onderzoek van Rijkswaterstaat leidde niet tot een toepassing waar de iconische brug zinnig hergebruikt zou kunnen worden, waarmee zijn lot was bezegeld.

Qua vormgeving heeft de boogbrug bij Vianen een opvallende gelijkenis met die van de Maasbrug bij Hedel. Deze brug kwam een jaar na die van Vianen gereed. Hij is een stuk kleiner (overspanning 124,8 m) en na de afbraak van de brug bij Vianen de enig overgebleven brug van dit soort. Omdat deze brug nog altijd een volwaardige functie in het regionale verkeer heeft, is zijn voortbestaan voorlopig verzekerd.

BRONNEN

- Ververs, M.J.: Kruising, De geschiedenis van pont en brug, 1999, Europese Bibliotheek – Zaltbommel, uitgegeven in opdracht van Rijkswaterstaat, directie Utrecht, bij gelegenheid van de opening van de nieuwe brug over de Lek bij Vianen.
- Nederlandse Bruggen Stichting: De Nederlandse Brug, 40 markante voorbeelden, 2012, Uitgeverij Thoth, Bussum.
- Nederlandse Bruggenstichting: Canon van de Nederlandse brug, 2000 jaar brughistorie, 2016, Uitgeverij Bouwen met Staal, Zoetermeer.
- Oosterhoff, J. (red.): Bruggen in Nederland 1800-1940, deel 1, Vaste bruggen van ijzer en staal, 1997, Nederlandse Bruggen Stichting, Uitgeverij Stichting Matrijs, Utrecht.



15 De oude en de nieuwe brug zitten elkaar duidelijk in de weg
bron:Wikipedia



WONEN OP AMERSFOORTSE 'BRUGGEN'

Michel Bakker

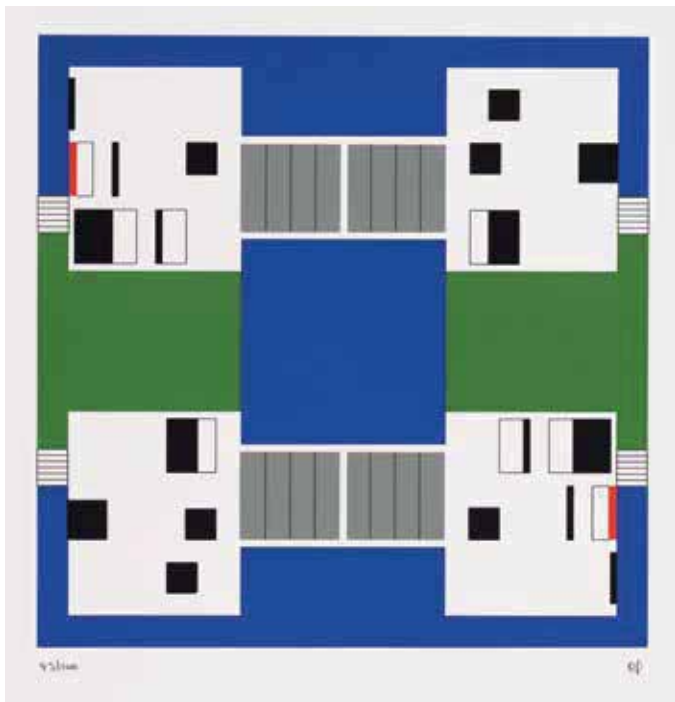
3. Kattenbroekse brugwoning.
Foto Hellen Plasmans

Bruggen in de Kunst' wijkt dit keer iets af van het gebruikelijke thema. De Amersfoortse brugwoningen zijn immers meer woning dan brug, al woont men wel deels boven het water. De echt 'bewoonde bruggen' combineren de functies van wonen en verkeer. Ze kwamen duizend jaar geleden al voor; de meeste zijn inmiddels afgebroken.

Er waren bewoonde bruggen met een kerkje of kapel, er waren er die een verdedigingsfunctie hadden en huisvesting boden aan garnizoenssoldaten en er waren er zelfs die een hospitaal torsten. Misschien wel de bekendste bewoonde bruggen waren de Old London Bridge (vervangen in 1832) en uiteraard de Ponte Vecchio over de Arno in Florence, gebouwd in 1345. Nu meest met juweliers en edelsmeden maar aanvankelijk

ook met slagers en leerlooiers. Veel 19^{de}- en 20^{ste}-eeuwse ontwerpen voor bewoonde bruggen zijn (nog) niet uitgevoerd. Ook in Nederland waren er dergelijke spraakmakende plannen: ir. Galman ontwierp in 1848 een bewoonbare brug over het Amsterdamse IJ. Het Museum Flehite bewaart een zeefdruk uit 1994 van Leo Heijdenrijk (1932-1999) met de voorstelling van twee brugwoningen in de

wijk Kattenbroek te Amersfoort. Ze zijn verbeeld met geometrische vlakken in de inktkleuren rood, blauw, groen, grijs en zwart. Het is onderdeel van een drieluik. Heijdenrijk ontwierp de drie voorstellingen, zocht de lijsten uit en liet ze in eigen beheer (zeef)drukken. Twee van de drie hebben betrekking op de brugwoningen. De derde zeefdruk is geïnspireerd op het Castellum, ook in Kattenbroek.



1 Zeefdruk 'Kattenbroek Brug', 50 x 40 cm.

Foto Museum Flehite, Amersfoort



2 Model van de brugwoningen in Madurodam.

Collectie Madurodam

Bij het zien van de geometrische vormen denkt men onwillekeurig aan Mondriaan. Dat is niet geheel bij toeval want Leo Heijdenrijk was een groot bewonderaar van deze schilder en de Nederlandse kunstbeweging De Stijl. Zozeer zelfs dat hij samen met zijn echtgenote Cis aan de basis stond van het Mondriaanhuis, geopend in 1994. Zij redden dit geboortehuis van Piet Mondriaan in de binnenstad van Amersfoort van de sloop. Tegenwoordig bevat die collectie naast werken van Mondriaan ook geometrisch-abstract werk van andere kunstenaars.

Leo Heijdenrijk is niet alleen de ontwerper van de zeefdruk, hij is ook de architect van de brugwoningen. Niels Heijdenrijk: "Mijn vader was van beroep architect, maar heeft altijd veel geschilderd en getekend. Vooral als hij er tijd voor had, voordat deze werd ingenomen door zijn loopbaan en daarna. Dit heeft een



3 Kattenbroekse brugwoning.

Foto Hellen Plasmans

aantal grotere schilderwerken op paneel opgeleverd, de zeefdrukken en daarnaast ook nog een boek over zijn gedachten en werk." Na zijn afstuderen kwam Leo als architect te werken bij het bureau van Joost van der Grinten in Amersfoort. Van der Grinten werd in 1962 de eerste Nederlandse hoogleraar Industriële Vormgeving. Later vormden zij samen de *Maatschap voor Architectuur en Stedebouw* en vanaf 1970 *Environmental Design*. In 1984 startte het *Architecten Kollektief Heijdenrijk*, eveneens in Amersfoort. Hij ontwierp ook het TW/RC-gebouw van de Universiteit Twente dat in 2002 gedeeltelijk is afgebrand. Heijdenrijk's ontwerpen rekent men tot het structuralisme. Dat is een stroming in de Nederlandse architectuur en stedenbouw die zich kenmerkt door gebouwen met een geometrische structuur, samengesteld uit vaak kleine eenheden en gerelateerd aan de menselijke maat. De wijk Kattenbroek - genoemd naar de gelijknamige boerderij - is in het begin van de jaren negentig gebouwd. Ontwerper Ashok Bhalotra streefde naar niet-standaard woningen. Hij gebruikte thema's en metaforen als 'gesloten stad', 'fort', 'brugwoning' en 'wintertuin' om de fantasie van de bewoners te prikkelen. Iets wat vanaf dat moment vaker zou worden toegepast in de stedenbouw.



4. Leo Heijdenrijk in zijn kantoor in de Amersfoortse Elleboogkerk.

Foto Janus Visser/BDU Media

Met dank aan: Niels Heijdenrijk, Olga van der Klooster, Jaap van der Meer (Museum Flehite), Hellen Plasmans, Katinka Regtien (Archief Eemland), Peter Stalman (Madurodam).

BRONNEN

A. Romeijn, 'Bewoonde bruggen', in: *Bruggen* 12 (2004), nr. 2, pp. 4-14.

J. Schopman, *Living Bridges: A building solution from the past for the future*, Scriptie TU Delft (Civiele Techniek), maart 2002.

www.museumflehite.nl

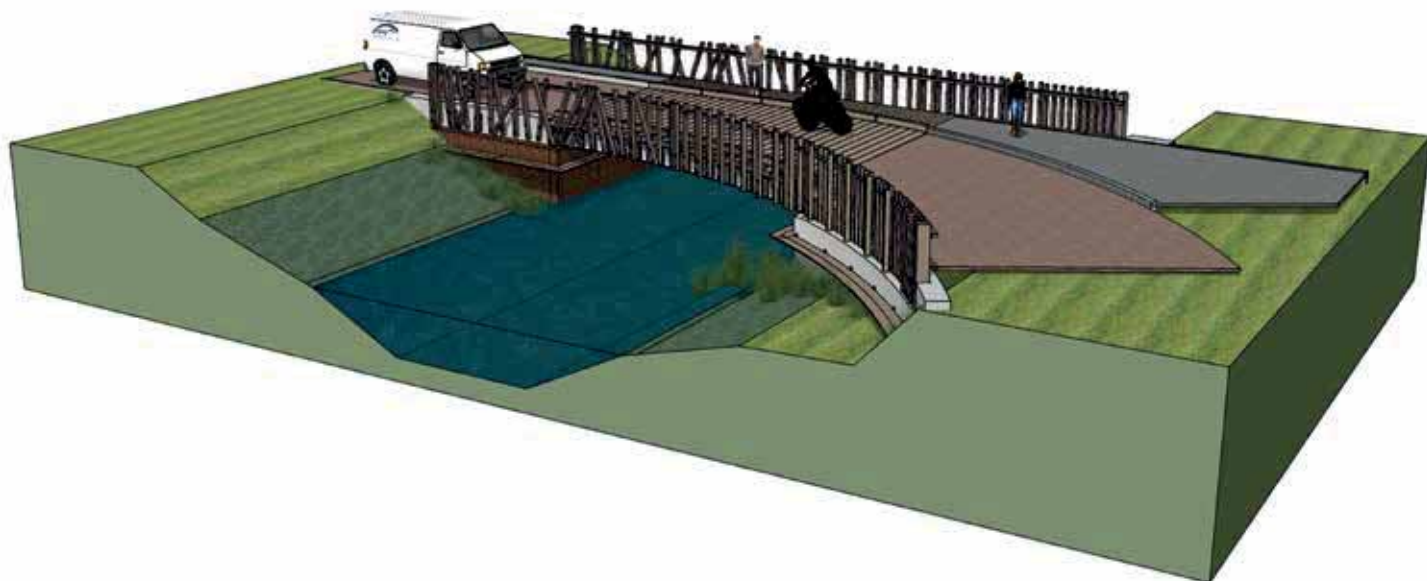
www.mondriaanhuis.nl

www.madurodam.nl

www.archiefeemland.nl

CIRCULAIR GEBOUWDE BRUG IN WOENDERSKAMP

In de nieuwe wijk Woenderskamp in Nijmegen ligt een bijzondere brug. Hij is bijna volledig opgebouwd uit hergebruikte materialen. Dat is op zich al bijzonder, maar het is ook nog eens speciaal dat deze brug geschikt is voor de zwaarste verkeersklasse. De brug is in de nacht van 19 op 20 juli jl. naar zijn plek gereden op de hoek van de Michelangelostraat en de Plautilla Nellistraat in Woenderskamp. In twee delen, want in zijn geheel paste hij niet door de straten van de nieuwe wijk. De brug verbindt de wijk Woenderskamp met het naastgelegen Park Waaijenstein. En toch is deze brug ook verbonden met Dukenburg in Nijmegen, dat toch echt een stukje verderop ligt!



HERGEBRUIK

Het hout voor de balustrade van de brug is 'geogost' uit drie bruggen, die in Dukenburg in het verleden zijn afgebroken. Maar er is meer hergebruikt. Deze brug, met een totale overspanning van 10 m, is gemaakt van staal dat al vijf jaar bij de bruggenbouwer op de werf lag. Het waren vroeger de liggers van de kraanbaan, die de bruggen op de werf verplaatsten. Zo werd de hijskraan van een bruggenbouwer zelf ook brug. Beton dat uit andere projecten is gesloopt, werd teruggebracht naar zijn oorspronkelijke grondstoffen van zand, grind en cement en kon opnieuw worden gebruikt als bouwstof. Het brugdek zelf is nieuw; de 150 mm dikke balken konden helaas niet uit sloophout worden gemaakt, maar het hout is afkomstig uit duurzaam beheerd bos.

OMGEKEERD ONTWERPEN

"Circulair bouwen lijkt eenvoudig, maar kent in de praktijk veel haken en ogen. Het juiste materiaal, met de juiste draagkracht en de juiste maat, beschikbaarheid; het zijn zomaar wat factoren om rekening mee te houden. Vaak wordt er dus omgekeerd ontworpen", licht bruggenbouwer Robbert de Metter van bruggenbouwer Meerdink toe. "Bij circulair bouwen ga je niet uit van het ontwerp, maar van het beschikbare materiaal."

Het ontwerp voor deze brug is mede tot stand gekomen door Wander Hendriks, stedenbouwkundige bij de gemeente Nijmegen. "Deze brug vertelt het verhaal tussen landschap en stad. Dat kun je terugzien in de landhoofden en in de brugleuning: het ontwerp verandert van strakke naar organische vormen. De vertaling van het ontwerp naar realisatie is gebeurd met een circulaire, duurzame gedachte, en is hier door het gebruik van de houten balustrade goed tot uitdrukking gekomen." De Metter vult aan: "Dat vraagt niet alleen om creativiteit en vindingrijkheid van het bouwteam, maar ook van flexibiliteit en medewerking van de opdrachtgever. Zo is er in dit geval veel overlegd en veel medewerking verkregen van de gemeente Nijmegen, maar ook met het Waterschap die de watergang straks gaat beheren en de Ruimtelijke Kwaliteitscommissie die het ontwerp heeft beoordeeld. Maar het is gelukt, de brug ligt er, en we zijn er bijzonder trots op!"

KOSTEN

Een brug bouwen van gebruikt materiaal lijkt goedkoop, maar kan in veel gevallen juist duurder uitvallen. Zo is circulair beton duurder dan gewoon beton, en duurt het langer voordat het voldoende verhard is. Dat heeft gevolgen voor de bouwlocaties. Op de werf van de fabriek moet soms wel weken langer een plek gereserveerd worden voor een brug. Ook wordt er langer bronbemaling toegepast bij montage van de brug: totdat de brughoofden volledig zijn verhard, mogen ze niet in aanraking komen met water. Extra kosten dus.

MEER BRUGGEN

Deze brug ligt over een watersingel die van Woenderskamp naar Hof van Holland en uiteindelijk naar De Stelt loopt. Om bewoners straks een goede verbinding te bieden, komen er in totaal zes bruggen die wat betreft vormgeving als familie van elkaar herkenbaar zijn. Ze worden gerealiseerd in 2022 en ook daar wordt ingezet op zoveel mogelijk hergebruik van materialen. De brug die nu geplaatst is, is eind augustus in gebruik genomen zijn.

Bron: Nieuwsflits



De vertaling van het ontwerp
naar realisatie is gebeurd met een
circulaire, duurzame gedachte

RENOVATIE NIJKERKERBRUG

MINIMALE HINDER DANKZIJ
INTENSIEVE SAMENWERKING

ir. Richard ter Maten | Vogel B.V.



Project Renovatie Nijkerkerbrug is een uniek project waarbij door de samenwerkingsvorm 'project DOEN' de technische kennis vanuit de marktpartijen en Rijkswaterstaat is gecombineerd. Het ontwerpproces heeft ervoor gezorgd dat er technische oplossingen konden worden bedacht door inzet van kennis en ervaring van diverse vakmensen. Zo is gezamenlijk tot een werkend en uitvoerbaar ontwerp gekomen met als resultaat dat de brug behouden blijft en dat de omgeving veel hinder bespaard is.



1 Nijkerkerbrug

Dankzij deze samenwerking is een oplossing gevonden waarbij de brug voor een periode van 30 jaar weer veilig kan worden gebruikt, met minimale hinder tijdens de uitvoering. De samenwerkingsvorm, de toegepaste technische oplossingen en de uitvoeringsmethode met minimale hinder zijn veelbelovend, zeker gezien de onderhoudsopgave die Nederland de komende decennia te wachten staat.

NIJKERKERBRUG

De Nijkerkerbrug (fig. 1) is de verbinding voor snel en langzaam verkeer tussen Gelderland en Flevoland over het Nijkerkernauw. Over de brug loopt de N301, de provinciale weg die de A28 met de N305 verbindt. De brug is in gebruik genomen tussen 1963 en 1965. De Nijkerkerbrug heeft een totale lengte van 300 m, opgebouwd uit 15 overspanningen. Eén overspanning betreft een beweegbare

basculebrug. De aanbruggen met overspanningen van 19,5 m zijn opgebouwd uit prefab I-liggers met een in het werk gestort dek. Een bijzondere eigenschap van de voorgespannen I-liggers is dat hier geen reguliere dwarskrachtwapening aanwezig is.

Voorafgaand aan het project zijn verificatieberekeningen op basis van niveau 'gebruik' conform de RBK 1.1 uitgevoerd. Hieruit kwam naar voren dat de brug niet voldeed, ofwel onvoldoende capaciteit had om de verkeersbelastingen conform NEN-EN 1991-2 te dragen. De constructieve versterkingen zijn getoetst op niveau 'verbouw' conform NEN 8700. In tabel 1 (zie blz. 32) wordt een overzicht gegeven van de unity checks die volgden uit de eerdere herberekeningen door Rijkswaterstaat en die als uitgangspunt voor het project golden. De brug is oorspronkelijk ontworpen op verkeersklasse 45. De verkeersbelasting en -intensiteit is sinds de jaren 60 flink toegenomen. In de periode voor aanvang van het project is uit inspecties en onderzoeken gebleken dat er diverse schades zijn ontstaan. Zo vertoonden de pijlers op diverse locaties betonschade vanwege chloride-geïnitieerde wapeningscorrosie. Dit als gevolg van ingedrongen dooizouten afkomstig van het wegdek door lekkende voegen. Verder was één overspanning ernstig beschadigd als gevolg van diverse aanrijdingen door te hoog verkeer.

Gezien de relatief hoge overschrijdingen was het vooraf niet de verwachting dat renovatie van de brug mogelijk was. Vanwege de kennis en ervaring bij de diverse specialistische partijen is gekozen ook deze variant als serieuze optie te onderzoeken.

De samenwerkings-
vorm, de toegepaste
technische
oplossingen en de
uitvoeringsmethode
met minimale hinder
zijn veelbelovend

Pijlers		
Onderslagbalken	voldoen niet op veldmoment	u.c. = 1,5
	voldoen niet op steunpuntmoment	u.c. = 1,6
Kolommen	voldoen niet op rembelasting	u.c. = 2,1
Funderingssloof	voldoet niet op steunpuntmoment	u.c. = 1,9
Velden		
voorgespannen liggers	voldoen niet op momentcapaciteit	u.c. = 1,3
dwarsdragers	voldoen niet op dwarskrachtcapaciteit	u.c. = 1,6
Brugdek		
brugdek	voldoet niet op momentcapaciteit	u.c. = 2,0
brugdek	voldoet niet op pons	u.c. = 1,5
dek boven brugkelder	voldoet niet op dwarskracht	u.c. = 1,3

Tabel 1 unity checks (u.c.) verschillende onderdelen

PROJECT

Tijdens de aanbesteding is in meerdere fases, waarbij onder andere werd geselecteerd op samenwerkingscompetenties, plan van aanpak en analyse van klantbehoeftes, de pre-award gegund aan Mourik en BESIX, in de combinatie NU. Op het moment dat Mourik, BESIX en Rijkswaterstaat als één team begonnen samen te werken, waren ontwerp, prijs en contract nog niet bepaald. Voor het ontwerp waren op dat moment vele oplossingsalternatieven mogelijk. Deze alternatieven betroffen volledige nieuwbouw, volledige renovatie en combinaties van beide. Binnen de alternatieven zijn diverse varianten afgewogen.

Vanaf het begin van de ontwerperperiode is intensief samengewerkt met Mourik-dochter Vogel (betononderhoud) en ingenieursbureau ABT. Gezamenlijk zijn voor de nieuwbouwoptie toepassing van diverse liggertypes en uitvoeringmethoden onderzocht. Voor de renovatieoptie zijn verschillende versterkings- en uitvoeringmethoden bekeken. Alle mogelijke oplossingen zijn gedurende het ontwerpproces geoptimaliseerd en in combinatie met kosten, uitvoeringstijd en gevolgen voor hinder in kaart gebracht.

Na de uitvoering van aanvullende onderzoeken aan diverse onderdelen van de brug, in combinatie met de toe te passen uitvoeringmethoden, volgde de belangrijke conclusie dat renovatie van de brug technisch mogelijk was. Bij de definitieve keuze tussen de diverse oplossingsalternatieven gold het

beperken van hinder voor het verkeer tijdens de uitvoering op de brug als belangrijkste criterium. De overige criteria hebben betrekking op de openstellingsdatum, de onderhoudskosten, het risicoprofiel, duurzaamheid en kosten. Voor de verdere uitwerking van het ontwerp, de uitvoeringsmethode en prijs is door de klant besloten tot renovatie van de Nijkerkerbrug.

RENOVATIE



2 Steunpunt tijdens uitvoering. De liggers zijn van versterking voorzien.

VERSTERKING PIJLERS

De constructieve versterking van de pijlers bestond uit het aanbrengen en verankeren van kolommen en onder- en bovenbalken. Na het plaatsen van de bekisting is de versterking voorzien van zelfverdichtend beton. De voordelen van deze versterkingsmaatregel zijn onder meer het behoud van bouwhistorische waarde (behoud bestaande uitstraling), het positief ecologisch effect (vogels nestelen bovenin in de hoeken) en sociale veiligheid (openheid door sparing).

Om betonschade door wapeningscorrosie te voorkomen en de constructieve functie tussen bestaand en nieuw beton te borgen, zijn de pijlers voorzien van kathodische bescherming (KB). De pijlers zijn ter plaatse van de versterkingen voorzien van titaniumstrips en aan de buitenzijden van titaniumnetten (fig. 3). Tussen de te beschermen wapening (kathode) en het titanium (anode) is een lage spanning van ongeveer 5 volt aangebracht. Dit heeft als gevolg dat de wapening continu een beschermstroom ontvangt waarmee corrosie



3 Applicatie van kathodische bescherming ter behoud van de steunpunten

en onthechting tussen bestaand beton en de versterking wordt voorkomen. Het KB-systeem van de pijlers is afgewerkt met een laag spuitbeton en coating.

VERSTERKING LIGGERS MOMENTCAPACITEIT

Van de voorgespannen I-liggers onder het rijdek is de momentcapaciteit vergroot door het toepassen van koolstofvezellamellen (CFRP: carbon fiber

reinforced polymer). De liggers worden, afhankelijk van de overschrijding, voorzien van twee of vier lamellen over de gehele overspanning (fig. 4). De lamellen zijn verlijmd met epoxy en aan het begin en einde van de lamel verankerd door middel van voorgespannen liggers, waarbij het verkeer doorgaand gebruik blijft maken van de brug, is uniek in Nederland.



4 Verlijmen van koolstofvezel lamellen aan de I-liggers

DWARSKRACHTCAPACITEIT

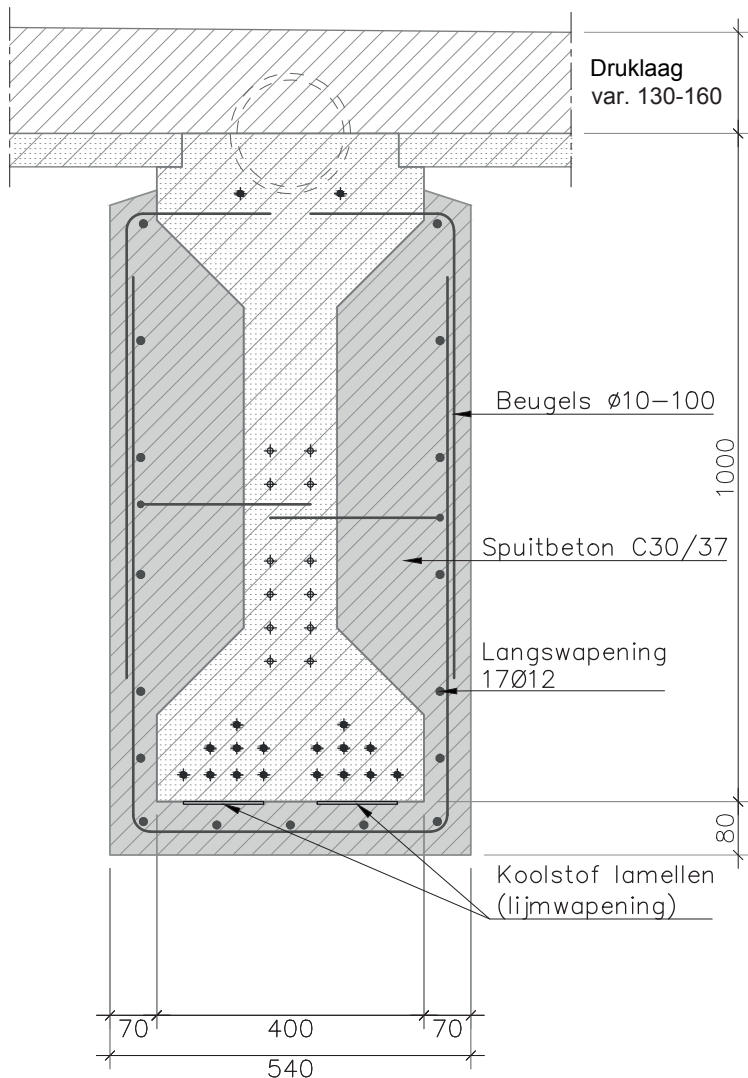
De dwarskrachtcapaciteit van de I-liggers is verhoogd door de liggers rondom op te dikken met een gewapende schil van spuitbeton en stalen wapeningsbeugels. De versterking is alleen daar aangebracht waar overschrijdingen zijn. Dit betekent dat de versterking is aangebracht op 470 mm vanaf de oplegging over een lengte van 6,2 meter. Aangezien de versterking niet tot boven het steunpunt doorloopt, was het niet nodig de constructie op te vijzelen. De voordelen van de toepassing van spuitbeton zijn de goede hechting, goede verdichting, eenvoudige bekisting en de transporteerbaarheid van de betonspecie over de bouwplaats van de silo naar de locatie van verwerking.

BRUGDEK

De wegingdeling, een rijbaan van 7 m met aan weerszijden één door een barri r afgescheiden fietspad, is behouden. Van het bestaande brugdek is met aanvullende berekeningen aangetoond dat constructieve versterking niet nodig was. De fietspaden zijn voorzien van nieuw asfalt en de afwatering is verbeterd. Het brugdek onder de fietspaden is, waar nodig, gerepareerd en voorzien van kathodische bescherming in de vorm van opofferingsanodes ten behoeve van verlenging van de levensduur van de betonreparaties. Hier is een robot ingezet om slechte delen door 'hydro-demolition' met zeer hoge waterdruk, weg te spuiten (fig. 7). De voegconstructies zijn vervangen voor renovatievoegen. Aangezien één overspanning te kampen had met forse aanrijdschades, is dit brugdeel compleet vervangen. Door de toepassing van voorgespannen kokerliggers is de doorrijhoogte vergroot tot 4,5m.

TOT SLOT

De beschreven constructieve versterkings- en beschermingswerkzaamheden vonden hoofdzakelijk plaats aan de onderzijde van de brug en zijn uitgevoerd terwijl het verkeer op de brug doorgang vond. Hierdoor bleef de hinder voor personenauto's, vracht- en landbouwverkeer zeer beperkt.



5 Versterking dwarskrachtcapaciteit

Voor het vervangen van de voegovergangen en het plaatsen van het nieuwe brugdeel is de brug slechts één regulier weekend in mei 2018 en een lang weekend in juni 2018 afgesloten geweest voor verkeer. De uitvoering van de gehele brug is gestart in september 2017. De openstelling vond augustus 2018 plaats.

Dankzij de samenwerking tussen de marktpartijen en Rijkswaterstaat is een oplossing gevonden waarbij de brug voor een periode van 30 jaar weer veilig kan worden gebruikt, met minimale hinder tijdens de uitvoering.



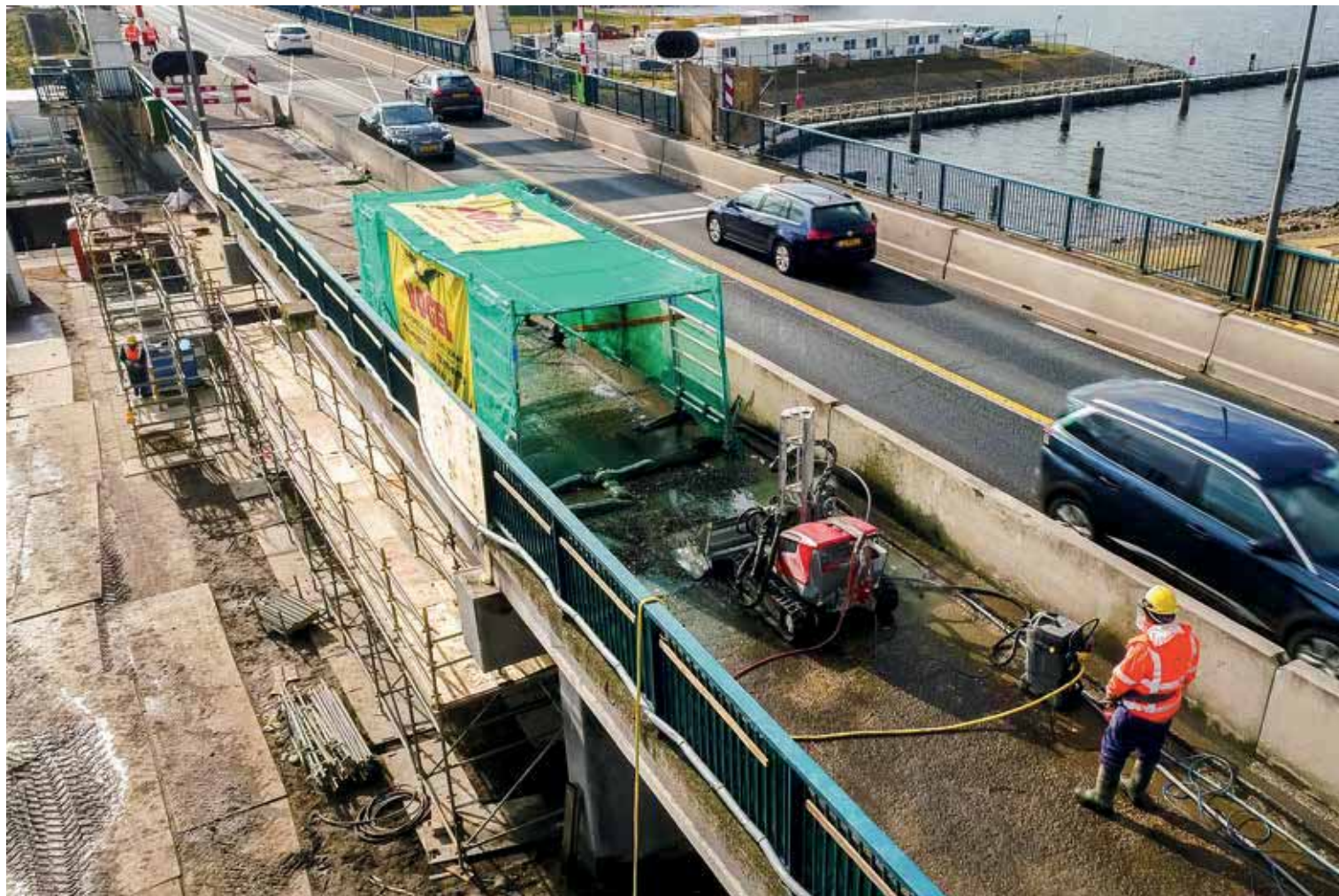
PROJECTGEGEVENS

Renovatie Nijkerkerbrug - 2018	
Opdrachtgever	Rijkswaterstaat Midden-Nederland Noord (interne opdrachtgever)
Projectteam DOEN	projectteam Rijkswaterstaat
Opdrachtnemer	Combinatie NU (Aannemerscombinatie Mourik + BESIX)
Betonreparatie	Vogel
Engineering	ABT

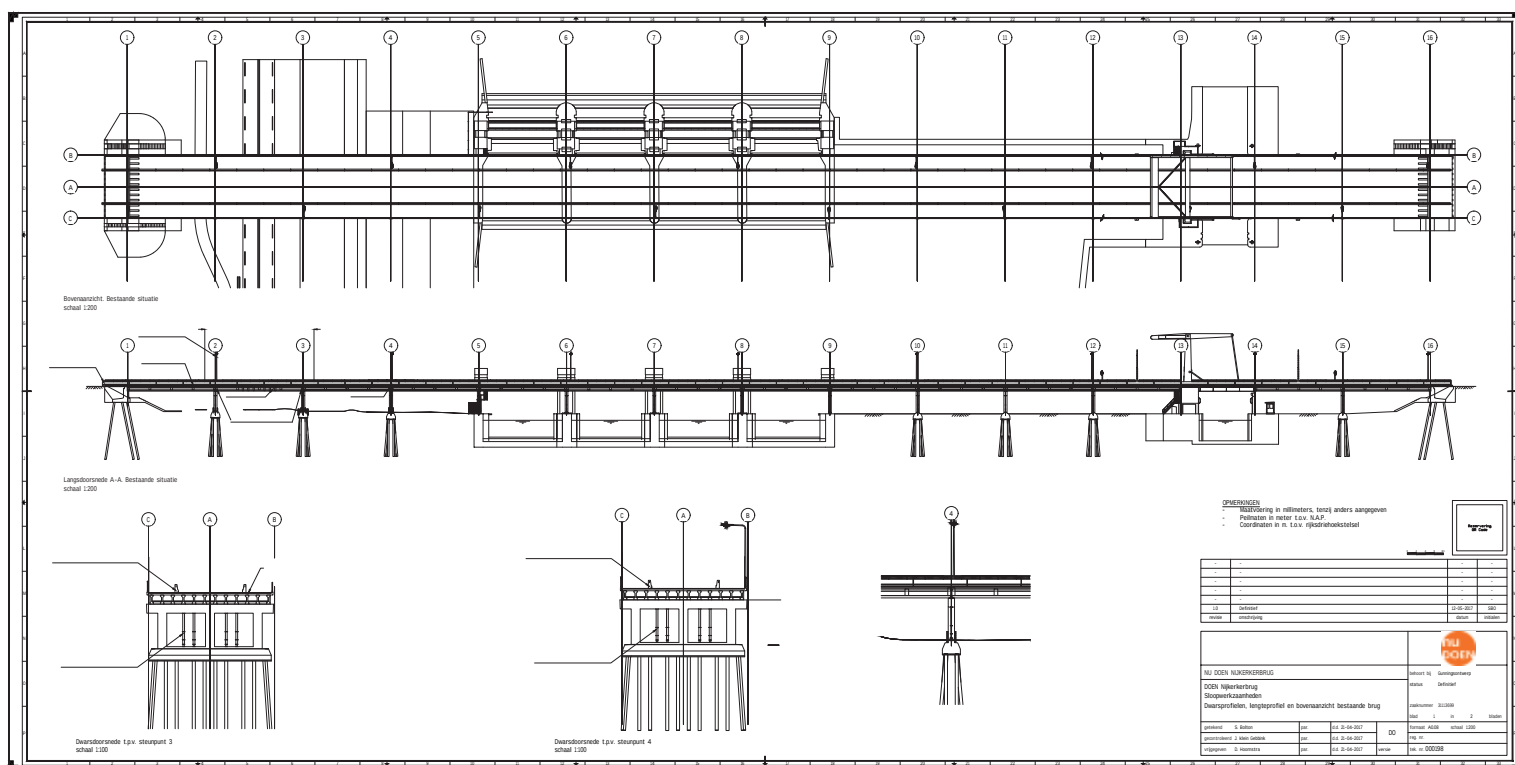


6 Langs- en dwarsliggers na aanbrengen lijmwapening en dwarskrachtversterking

Dankzij deze samenwerking tussen de marktpartijen en Rijkswaterstaat is een oplossing gevonden waarbij de brug voor een periode van 30 jaar weer veilig kan worden gebruikt



7 Inzet van hydro-demolition-robot ten behoeve van het saneren van slechte betondelen



MICHAUXBRUG ALMERE: INGETOGEN EYECATCHER

Een jaar nadat de houten Michauxbrug in Almere noodgedwongen werd afgesloten, is de nieuwe fietsbrug in gebruik genomen. Duurzaamheid en efficiëntie waren de sleutelbegrippen bij dit project.





In april 2020 haalden Knipscheer Infrastructuur en ipv Delft samen de opdracht binnen om voor de gemeente Almere de komende twee tot vier jaar verschillende bestaande houten fiets+voetgangersbruggen te vervangen door nieuwe, duurzaam ontworpen exemplaren. De Michauxbrug was binnen dat raamcontract een 'special', een afwijkende opgave, vooral omdat de Michauxbrug een beweegbare brug is.



Wegens schade aangericht door een te zwaar voertuig, werd de Michauxbrug in augustus 2020 noodgedwongen afgesloten voor alle verkeer. Het vervangen van de beweegbare brug kreeg zo prioriteit binnen de grotere vervangingsopgave. Een jaar later is de nieuwe brug opgeleverd. De brug is in bouwteamverband ontworpen, waar Nepocon de constructie verzorgd heeft. De Michauxbrug ligt op een redelijk drukke fietsroute. Het was daarom van belang de nieuwe brug snel te realiseren.

DUURZAAMHEID

Uitgangspunt was een duurzame brug. Waar mogelijk wilden de ontwerpers onderdelen van de oude brug hergebruiken. De nieuwe brug ligt op de bestaande landhoofden en ook de betonnen fundering onder de steunpunten is intact gebleven. Voor de leuningen is FSC-hout gebruikt en de dekplanken zijn van gerecycled plastic. De liggers onder het brugdek zijn van staal. De constructie *an sich* is ontworpen vanuit constructieve logica, met efficiënt materiaalgebruik. Waar de oude brug nog

twee dubbele pylonen had, heeft de nieuwe er maar één, alleen daar waar nodig. De pyloon ondersteunt het beweegbare dek en het vaste dek aan de zuidzijde. Aan de andere zijde van het val steunt de brug op twee zespotige steunpunten. Deze oplossing bespaart veel materiaal.

Verder is het weliswaar een beweegbare brug, maar wel een uitgekleden versie. De brug hoeft namelijk alleen open als één van de naastgelegen woonboten moet passeren, naar verwachting is dat ongeveer één keer per jaar. Daarom is besloten alle 'overbodige' elementen als slagbomen en seinen achterwege te laten en een eenvoudig bewegingsmechanisme toe te passen: een tandwiel die te bedienen is met een boormachine.

VORMGEVING

Naast duurzaamheid speelde uiteraard ook de omgeving een grote rol in de ontwerpfasen. Zo sluit het ingetogen ontwerp met de dubbele pyloon aan op bestaande bruggen in de omgeving en gaat de groene kleur van het

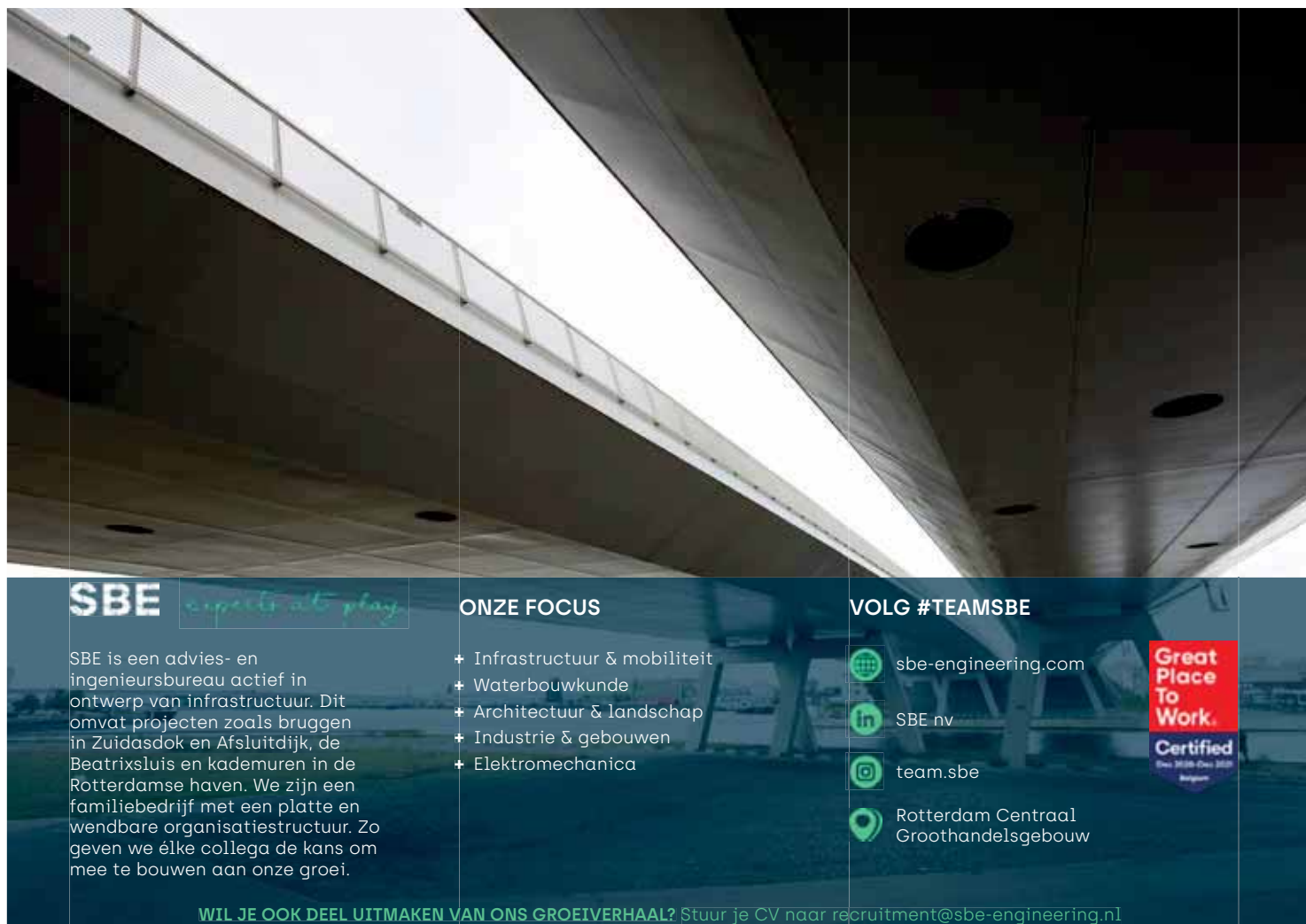
staalwerk mooi op in de groene achtergrond. Bovendien refereert het ontwerp aan zijn houten voorganger. Door de afmetingen van de nieuwe brug identiek te maken aan die van de oude, sluit het nieuwe ontwerp aan op de bestaande fundering, landhoofden en bestrating.

Het hekwerk bestaat uit een aaneenschakeling van verticale houten lamellen, waarbij om de meter een identiek vormgegeven stalen lamel is geplaatst. Deze balusters dragen de op het hekwerk werkende krachten af naar de brugconstructie. De grijze kleur van de stalen lamellen is afgestemd op de kleur die de houten lamellen over enige tijd zullen hebben, als het verduurzaamde hout is verweerd.

OPENING

De brug is door fietsers en gemeente met veel enthousiasme ontvangen en is sinds de opening op 26 augustus volop in gebruik.





SBE *experts at play*

SBE is een advies- en ingenieursbureau actief in ontwerp van infrastructuur. Dit omvat projecten zoals bruggen in Zuidasdok en Afsluitdijk, de Beatrixsluis en kademuren in de Rotterdamse haven. We zijn een familiebedrijf met een platte en wendbare organisatiestructuur. Zo geven we elke collega de kans om mee te bouwen aan onze groei.

ONZE FOCUS

- + Infrastructuur & mobiliteit
- + Waterbouwkunde
- + Architectuur & landschap
- + Industrie & gebouwen
- + Elektromechanica

VOLG #TEAMSBE

-  sbe-engineering.com
-  [SBE nv](#)
-  [team.sbe](#)
-  Rotterdam Centraal Groothandelsgebouw

Great Place To Work Certified
Dec 2018 Dec 2020
Belgium

WIL JE OOK DEEL UITMAKEN VAN ONS GROEIVERHAAL? Stuur je CV naar recruitment@sbe-engineering.nl

Raad van Advies Bruggenstichting

ARUP



Gemeente Amsterdam
Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer



ProRail



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

NEDERLANDSE BRUGGENSTICHTING

BRUGGEN

WWW.BRUGGENSTICHTING.NL

